

10/530828

PATENT

450100-05212

JG12 Rec'd PCT/PTC 08 APR 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Tomoya YANO et al.

International Application No.: PCT/JP2004/011489

International Filing Date: August 10, 2004

For: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

745 Fifth Avenue
New York, NY 10151

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV196816780US

Date of Deposit: April 8, 2005

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Charles Jackson
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

Charles Jackson
(Signature of person mailing paper or fee)

CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japan
Application No. 2003-291859 filed 11 August 2003.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

By: William S. Frommer
William S. Frommer
Reg. No. 25,506
Tel. (212) 588-0800

Rec'd PCT/PTO 08 APR 2005
PCT/JP2004/011489

20.8.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 16 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 1 8 5 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 9 1 8 5 9]

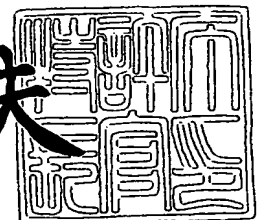
出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 6 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 4 9 8 6 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 0390514602
【提出日】 平成15年 8月11日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 G02B 5/30
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 【氏名】 谷野 友哉
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 【氏名】 古川 徳昌
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 【氏名】 村山 裕
【特許出願人】
 【識別番号】 000002185
 【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100067736
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小池 晃
【選任した代理人】
 【識別番号】 100086335
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 田村 榮一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100096677
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊賀 誠司
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 019530
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9707387

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、

上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に位相差板を配置してなり、

上記位相差板は、2軸位相差板で厚さ方向の屈折率を n_z として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、設計波長 λ において $\Delta n d_{RF}$ を上記位相差板の面方向 $\Delta n d$ 、 $\Delta n d_{TAC0}$ を上記偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とした場合、(ここで、位相差板の面方向位相差 $(n_x - n_y) * d$ 、位相差板の厚さ d 、偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とは厚さ方向に光軸を持ち面方向には等方的な1軸性位相差板とみなせるものとし、 $\Delta n d_{TAC0} = (n_x - n_z) * d$ 、 d は位相差板の厚さの値が正で示され、) n_x の方位が上記液晶層の異常光屈折率方向と一致し、 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする液晶表示装置。

【数 1】

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right]$$

【請求項 2】

一方の偏光板の吸収軸と液晶層の異常光屈折率方位が一致していることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

上記位相差板は $n_z = (n_x + n_y) / 2$ の関係を概ね満たすことを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

上記液晶板の液晶層の $\Delta n d$ は概ね $\lambda / 2$ を示すことを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

上記液晶板の液晶層の基板界面のプレチルト角は $0 \sim 2^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、

上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に位相差板を配置してなり、

上記位相差板は、2軸位相差板で厚さ方向の屈折率を n_z として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、設計波長 λ において $\Delta n d_{RF}$ を上記位相差板の面方向 $\Delta n d$ 、 $\Delta n d_{TAC0}$ を上記偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とした場合、(ここで、位相差板の面方向位相差とは $(n_x - n_y) * d$ 、 d は位相差板の厚さ、偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とは厚さ方向に光軸を持ち面方向には等方的な1軸性位相差板とみなせるものとし、 $\Delta n d_{TAC0} = (n_x - n_z) * d$ 、 d は位相差板の厚さの値が正で示され、) n_x の方位が上記液晶層の異常光屈折率方向と直交し、 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする液晶表示装置。

【数 2】

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi + 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right]$$

【請求項 7】

上記液晶板の液晶層の $\Delta n d$ は概ね $\lambda/2$ を示すことを特徴とする請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

上記液晶板の液晶層の基板界面のプレチルト角は $0 \sim 2^\circ$ の範囲であることを特徴とする請求項 6 記載の液晶表示装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、直交する一対の偏光子とそれを保護する保護層からなる偏光板とその間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、低電圧、低消費電力でICと直結でき、表示機能が多様でかつ軽量化、小型化が容易であるなど多くの特長を有することから、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA機器やテレビジョン、カーナビゲーションモニタや航空機コックピット用モニタなど、種々の表示手段として広く普及している。

【0003】

液晶表示装置には液晶の配向の変化を可視化させるために、偏光板が用いられている。偏光板は、通常、偏光子に透明保護膜(TAC)を積層して構成されている。偏光子は入射光を互いに直交する2つの偏光成分に分け、その一方(振動方向が偏光子の透過軸と平行な成分)のみを通過させ、他の成分(振動方向が偏光子の吸収軸と平行な成分)を吸収または分散する光学素子である。

【0004】

透過型の液晶表示装置は、液晶セルをその厚さ方向の両側から偏光板で挟んで構成される。両側の偏光子は互いの透過軸を直交させて配置されるのが一般的である。透過軸を直交させた1対の偏光子を直交偏光子という。一般に、偏光子の特性には視角依存性があり、偏光子に対して斜め方向から光が入射すると透過軸の方向が変化する。従って、垂直入射光に対して2枚の偏光子を各々の透過軸が互いに直交するように重ね合わせても、斜め入射光に対しては交差角度が直角からずれてしまい、第1の偏光子を通過した偏光は第2の偏光子の透過軸と平行な方向の成分を有し、この成分が第2の偏光子2を通過して漏光を生じる。

【0005】

このような偏光子の視角依存性は、液晶表示装置の画面の明るさ、コントラスト、色合いなどを良く視認できる視角範囲(視野角)を狭くする原因となる。視野角の広い液晶表示装置を実現するには、偏光子の視角依存性を軽減して漏光のほとんど生じない視角範囲(視野角)を広くした偏光板、すなわち広視野角偏光板の開発が必須であり、これまでに、いくつかのものが提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0006】

【特許文献1】 特開2001-350022号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、従来より、視野角の広い液晶表示装置を実現するには、偏光子の視角依存性を軽減して漏光のほとんど生じない視角範囲(視野角)を広くした偏光板、すなわち広視野角偏光板の構造として、これまでに、いくつかのものが提案されており、例えば、特許文献1には、偏光子の光学補償として2軸位相差板を用いることが記述されている。しかしながら、上記特許文献1の開示技術では、偏光板の保護層の負の位相差が考慮されておらず、また、インプレーンスイッチングモードの液晶層との関係まで考慮されていない。

【0008】

基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示装置は、広い視角において画像階調反転、色変化がなくCRTに置き換わる画像表示装置として有望である。

【0009】

しかしながら、インプレーンスイッチングモードの液晶表示装置においても、黒表示レ

ベルの視野角、特に表示装置を構成する一対の偏光板偏光軸から 45° の方位の視角において光抜けが起こり、コントラスト低下を招いていた。

【0010】

図51は黒表示レベルの視野角特性を示している。ここで、下側偏光板（バックライト側）吸収軸 90° 、上側偏光板吸収軸 0° 、液晶配向方位角 90° （下側基板上配向方位 90° 方向に開く方向）、基板プレチルト角 2° に設定してある。液晶層の $\Delta n d$ は 275 nm （波長 550 nm ）に設定してある。偏光板を形成している保護層材料はTACで基板に垂直な方向に光軸を持つ1軸性の位相差板として機能している。 $\Delta n d$ は 50 nm である。

【0011】

図52は視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示し、図53は視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示している。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0012】

偏光板偏光軸から 45° の方位からの視角（ 45° 、 135° 、 225° 、 315° ）で透過率が高く、黄色味を帯びた分光透過率となっているため、表示品位を低下させている。

【0013】

そこで、本発明は、上述の如き従来の実情に鑑み、時直交する一対の偏光子とそれを保護する保護層からなる偏光板とその間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶表示装置、例えば基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイチングモードの液晶表示装置において、黒表示における視野角を改善するための光学補償を行い、特に負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板を用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化をした位相差板の構成を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に位相差板を配置してなり、上記位相差板は、2軸位相差板で厚さ方向の屈折率を n_z として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、設計波長 λ において $\Delta n d_{RF}$ を上記位相差板の面方向 $\Delta n d$ 、 $\Delta n d_{TAC0}$ を上記偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とした場合、（ここで、位相差板の面方向位相差 $(n_x - n_y) * d$ 、位相差板の厚さ d 、偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とは厚さ方向に光軸を持ち面方向には等方的な1軸性位相差板とみなせるものとし、 $\Delta n d_{TAC0} = (n_x - n_z) * d$ 、 d は位相差板の厚さの値が正で示され、） n_x の方位が上記液晶層の異常光屈折率方向と一致し、 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする。

【0015】

【数1】

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right]$$

【0016】

また、本発明は、それぞれ偏光子に保護層を積層してなり透過軸が互いに直交する一対の偏光板の間に一方の偏光板吸収軸方位と平行に配向された液晶層をもつ液晶板を挟持した構造の液晶表示装置であって、上記液晶板と各偏光板との間の少なく一方に位相差板を配置してなり、上記位相差板は、2軸位相差板で厚さ方向の屈折率を n_z として、 $n_x > n_z > n_y$ の順の屈折率を示し、設計波長 λ において $\Delta n d_{RF}$ を上記位相差板の面

方向 $\Delta n d$ 、 $\Delta n d_{TAC0}$ を上記偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とした場合、(ここで、位相差板の面方向位相差とは $(n_x - n_y) * d$ 、 d は位相差板の厚さ、偏光板保護層の負の $\Delta n d$ とは厚さ方向に光軸を持ち面方向には等方的な 1 軸性位相差板とみなせるものとし、 $\Delta n d_{TAC0} = (n_x - n_z) * d$ 、 d は位相差板の厚さの値が正で示され、) n_x の方位が上記液晶層の異常光屈折率方向と直交し、 $\Delta n d_{RF}$ は概ね下式で示されることを特徴とする。

【0017】

【数 2】

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi + 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right]$$

【発明の効果】

【0018】

本発明では、負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板を用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化した位相差板を挿入し、インプレーンスイッチングモード等の液晶表示装置において、黒レベルの視野角をひろげ色付きを抑えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

本発明は、例えば図 1 に示すような構成の液晶表示装置 100 に適用される。この図 1 には、黒レベル透過率を支配する部材を簡略化して示してある。

【0021】

この図 1 に示す液晶表示装置 100 は、互いの透過軸を直交させて配置された一対の偏光板 10A、10B と、その間に配置され、一方の偏光板の吸収軸方位と平行に配向された液晶層 21 をもつ液晶板 20 からなる。

【0022】

上記一対の偏光板 10A、10B は、互いの透過軸が直交する一対の偏光子 11A、11B とそれを保護する保護層 12A、13A、12B、13B からなる。

また、上記液晶板 20 は、一方の偏光板の吸収軸方位と平行に配向された液晶層 21 をガラス基板 22、23 で封入してなる。この液晶板 20 は、上記ガラス基板 22、23 に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチング (IPS) モードの液晶表示装置 100 を構成している。

【0023】

まず、このような構成の液晶表示装置 100 おいて、光学補償していない場合の 45° 方位の黒レベル光抜けの現象について説明する。

【0024】

偏光板偏光軸から 45° 方位の視角における黒レベルはもっとも光抜けが大きくなるため、 45° 方位の視角に関して特に着目する。

【0025】

以下、 45° 方位とは偏光板偏光軸に対して具体的記述がない場合に関しては 45° 、 135° 、 225° 、 315° の方位を示すものとする。

【0026】

一般的に偏光板 10 は延伸した PVA (ポリビニールアルコール) フィルムにヨウ素等吸着配向させた偏光子 11 を TAC (トリアセチルセルロース) からなる保護層 12、13 で挟持した構造であるが、光学補償を考える上では常光屈折率方向に吸収を持つ O 型偏光子と基板に垂直な方向に光軸を持つ負の位相差板とみなせる。

【0027】

IPS モードの場合の黒表示状態の液晶層 21 は 1 軸性の位相差板とみなせ、一般的に

はGの波長において $\lambda/2$ 板として機能する。つまり、黒表示状態におけるモデルは、O型偏光子（吸収軸 90° ）－負位相差板－1軸性位相差板（遅相軸 90° ）－負位相差板－O型偏光子（吸収軸 0° ）となる。

【0028】

理解を容易にするためにまず、O型偏光子がクロスニコルに配置された場合を考えると図2に示すように、基板に垂直に光が入射した場合は互いの偏光子吸収軸が直交していても入射角度が大きくなるに従い、互いの吸収軸がなす角度は直交からのズレが大きくなる。よってO型偏光子のみをクロスニコルに設定した場合は偏光軸から 45° 方位に入射した光は出射側偏光子を通過し、光抜けが起こる。なお、図2（A）は正面から見た場合の偏光板軸角度を示し、図2（B）は斜めから見た場合の偏光板軸角度を示している。

【0029】

近似的に、偏光軸の 0° 入射の場合からのズレ量 ϕ は、媒質中での入射角を θ として、次の（1）式にて示される。

【0030】

【数3】

$$\phi(\theta) = \frac{\pi}{4} - \tan^{-1}[\cos(\theta)] \quad (1) \text{ 式}$$

【0031】

偏光板保護層12, 13は先述したように負の位相差板として機能し、遅相軸は入射面に垂直となる。媒質中入射角 θ に対する位相差の変化は、 $\Delta n d TAC0$ を偏光板保護層12, 13がもつ負のリターデーションとして近似的に、次の（2）式にて示される。

【0032】

【数4】

$$\Delta n d_{TAC}(\theta) = \Delta n d_{TAC0} \frac{\sin^2(\theta)}{\cos(\theta)} \quad (2) \text{ 式}$$

【0033】

液晶層21は先述したように1軸性位相差板として機能し、概ね偏光子吸収軸と同じ方位に遅相軸を持つ。また、 45° 方位では位相差変化はない。

【0034】

図3は 45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示している。図3（A）は入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図3（B）は入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図3（C）は液晶板20のISP液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図3（D）は出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

【0035】

液晶層21はGでは概ね $\lambda/2$ 板として機能する。ポアンカレ球表示でわかるようにIPSモードの場合、液晶層21は偏光板保護層13Aの負の位相差の影響を低減する働きを持っている。しかしながら先述したように偏光子のみでも 45° 方位の視角では出射側偏光板保護層13Bを通過後の偏光状態は出射側偏光子11Bの吸収軸からずれており光抜けが起こる。また、波長により偏光状態が違いため色付きが起こる。これは主に液晶層21の $\Delta n d$ の波長依存性による。

【0036】

本発明では、図1に示した液晶表示装置100のように、負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板10A, 10Bを用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化した位相差板を液晶板20と出射側偏光板10Aとの間の位置P1又は入射側偏光板10Aと液晶板20との間の位置P2あるいは両方に挿入することにより、 45° 方位の黒レベル光抜けを低減する。

【0037】

上述の如き構成の液晶表示装置 100 において、45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第 1 の最適化手法について説明する。

【0038】

45° 方位視角における黒レベルを改善するためには、偏光子の偏光軸ズレを打ち消す位相差板が必要になる。また、偏光板保護層の位相差を考慮する必要がある。

【0039】

ところで、45° 方位での入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層の位相差の入射角依存性を示したのが図 4 である。

【0040】

この図 4 からわかるように入射角変化に対して入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層保護層の位相変化との比率は概ね一定である。これについては後述する。また、前述したように液晶層 21 は 1 軸性位相差板とみなせ 45° 方位ではその位相差は一定とみなせる。45° 方位の入射光に関して出射側の偏光子 11B の吸収方向に対して偏光軸を直交にするためには、入射角によらずに遅相軸が一定である位相差板で入射角に依存しない位相差をもつ位相差板が必要となる。

【0041】

座標軸 $x y z$ を考え、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる 2 軸性位相差板の光軸は $x y$ 平面で x 軸から $\pm 45^\circ$ 方位になる。(ここで光軸とは位相差板が複屈折を示さない光の方向を言う。) このような位相差板を $x y$ 平面を基板面となるように配置する。 x 軸から 45° 方位を入射面とした場合にこの位相差板の遅相軸は入射角によらずに 45° 方位となる。また、位相差は入射角によらずに一定となる。

【0042】

本発明では、例えば図 5 に示す液晶表示装置 100A のように、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる 2 軸性位相差板 30 を液晶板 20 と偏光板保護層 12B の間に配置し、液晶層 21 の配向方位に平行に n_x を設定する。2 軸位相差板 30 の $\Delta n d$ は偏光板保護層の $\Delta n d$ によって調整する。

【0043】

図 6 は、この図 5 に示した構成の液晶表示装置 100A において、45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示している。図 6 (A) は入射側偏光板 10A の偏光子 11A を通過後の偏光状態を示し、図 6 (B) は入射側偏光板 10A の保護層 13A を通過後の偏光状態を示し、図 6 (C) は液晶板 20 の I S P 液晶層 21 を通過後の偏光状態を示し、図 6 (D) は 2 軸位相差板 30 を通過後の偏光状態を示している。図 6 (E) は出射側偏光板 10B の保護層 13B を通過後の偏光状態を示している。

【0044】

この液晶表示装置 100A において、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる 2 軸位相差板 30 の遅相軸は図 6 に示すポアンカレ球上では S2 座標軸となる。よって、2 軸位相差板 30 の位相差を適当に調整することにより S2-S3 座標軸を通る平面对して対称な点に偏光状態を変換することができる。その後出射側偏光板保護層 13B の負の位相差によって偏光状態を赤道上に戻し、出射側偏光板偏光子 11B の吸収軸方向になる。

【0045】

2 軸位相差板 30 の最適 $\Delta n d$ は偏光板保護層の $\Delta n d$ の関数として次の (3) 式にすることができる。

【0046】

【数 5】

$$\Delta n_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left\{ \pi - 2 \tan^{-1} \left[\frac{\frac{2\pi}{\lambda} \Delta n_{TAC}(\theta)}{2 \cdot \phi(\theta)} \right] \right\} \quad (3) \text{ 式}$$

【0047】

ここで、(1) 式、(2) 式より、上記 (3) 式は次の (4) 式のように変形することができる。

【0048】

【数 6】

$$\frac{\Delta n_{TAC}(\theta)}{2 \cdot \phi(\theta)} = \Delta n_{TAC0} \frac{\sin^2(\theta)}{2 \cdot \cos(\theta) \left\{ \frac{\pi}{4} - \tan^{-1}[\cos(\theta)] \right\}} \quad (4) \text{ 式}$$

【0049】

この (4) 式において $\sin^2(\theta) / (2 \cos(\theta) (\pi/4 - \tan^{-1}(\cos(\theta)))$ の部分について θ との関係調べると図 7 となり、 θ に拘わらず概ね一定で $\theta = 0$ で近似的に 2 となる。この値を (3) 式に代入すると、2 軸位相差板 30 の最適 $\Delta n d$ は θ に拘わらない値となり、次の式 (5) となる。

【0050】

【数 7】

$$\Delta n_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n_{TAC0} \right) \right] \quad (5) \text{ 式}$$

【0051】

ここで、保護層の $\Delta n d$ と 2 軸位相差板 30 の $\Delta n d$ 最適値との関係を図 8 に示してある。

【0052】

次に、上述の如き構成の液晶表示装置 100 おいて、45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第 2 の最適化手法について説明する。

【0053】

いままで説明した第 1 の最適化手法では 45° 方位の特定波長において黒レベルを改善するための位相差板 30 を最適化することを目的とした。さらに、広い波長範囲で黒レベルを改善するための位相差板 30 の最適化手法を次に示す。

【0054】

先述したように、液晶層 21 は特定波長では $\lambda/2$ 板として機能するが、液晶材料の Δn の波長分散がある。波長が短いほど Δn は大きくなる傾向にある。位相差は $2\pi/\lambda \cdot \Delta n d$ で示されるので波長が短いほど位相差は大きくなる。つまり、例えば G の波長で位相差が π に設定してある場合には B では π よりも大きく R では π よりも小さくなる。

【0055】

位相差板 20 の波長分散も多くは液晶と同様の傾向にある。

【0056】

上記第 1 の最適化手法の条件において、ポアンカレ球上で考えてみると、図 9 に示すように、入射偏光板保護層 13A を通過した後の偏光状態は北半球に位置するが、液晶層 21 を通過後、赤道上の遅相軸を中心として右回りに位相差が π となる波長においては 180° 回転、南半球の対称な位置に変化する。それよりも短い波長では 180° より大きく

、長い波長では 180° より小さくなる。

【0057】

ここで、図9 (A) は入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図9 (B) は入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図9 (C) は液晶板20のISP液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図9 (D) は2軸位相差板30を通過後の偏光状態を示している。図9 (E) は出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

【0058】

次に2軸位相差板30を通過後の偏光状態を考える。液晶層21の配向方向と n_x (屈折率最大) の方向を同じくしてあるため、S2座標軸を中心としてやはり右回りに回転する。設計波長においては、S2-S3面を対称軸として対称位置に回転するが、設計波長より短い波長では回転角が大きく、長い波長では回転角が小さくなる。設計波長からずれた場合に液晶層21通過後の偏光状態のズレに2軸位相差板30通過後のズレが加わることで、結果的に光り抜けが大きくなる。

【0059】

広い波長範囲で補償するためには、液晶層21の配向方向に対して直交する方向に n_x となるように2軸位相差板30を設定する。この場合における2軸位相差板最適値は、次の(6)式となる。

【0060】

【数8】

$$\Delta n d_{RF} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\pi + 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right] \quad (6) \text{ 式}$$

【0061】

この第2の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図10に示すようになる。ここで、図10 (A) は入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図10 (B) は入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図10 (C) は液晶板20のISP液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図10 (D) は2軸位相差板30を通過後の偏光状態を示している。図10 (E) は出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

【0062】

すなわち、液晶層21を通過した後の偏光状態は設計波長では π 回転した位置となるが、設計波長より短い場合には π より大きく回転した位置、設計波長より長い波長の場合には π より小さく回転した位置となる。次に2軸位相差板30の進相軸がS2座標軸となるため、液晶層21と反対に左回りに回転する。設計波長の場合には第1の最適化手法と同じ位置となるが、設計波長より短い波長の場合には回転量が大きく、設計波長より長い場合には回転量が小さくなるため、液晶層21通過後のズレ量を補正する。よって、広い波長範囲で補償が可能となる。

【0063】

ここで、偏光板保護層の厚さと視野角の関係について説明する。

【0064】

偏光板保護層の厚さ($\Delta n d$)が厚くても、薄くても特定波長で 45° 方位のみの補償であれば可能である。しかしながら 45° 方位以外での視角でも改善を望む場合、広い波長で改善を望む場合には偏光板保護層の $\Delta n d$ は小さいほうが望ましい。大型LCD用途では $80 \mu m$ 厚さ($\Delta n d 50 nm$)が広く使われているが、ディスプレイの薄さ、重さを重視する用途で $40 \mu m$ の厚さ($\Delta n d 30 nm$)の保護層も使われている。薄い保護層の偏光板を使うことで特性は改善する。

【0065】

また、液晶層プレチルトとの関係について説明する。

【0066】

液晶層 21 のプレチルト角の大きさと方位によって特性は変化する。90° - 270° 方位に配向方位が設定されている場合には第 1 象限、第 2 象限がほぼ同じ特性、第 3 象限、第 4 象限がほぼ同じ特性となる。全方位の特性を改善するためにはプレチルト角は小さいほうが望ましい。

【0067】

さらに、液晶層 $\Delta n d$ との関係について説明する。

【0068】

液晶層 21 の $\Delta n d$ に関して、黒レベルとの関係は、設計波長以外での黒レベルに影響する。黒レベルの分光透過率は設計波長を短波長側にする事で長波長側の分光透過率を相対的に高く、短波長側の分光透過率を相対的に低くすることで黒レベルの色度を調整可能である。設計波長とは液晶層 21 の $\Delta n d$ が $\lambda/2$ の条件を満たす波長である。

【0069】

次に、第 1 の最適化手法と第 2 の最適化手法 2 の選定について説明する。

【0070】

一般的には、これまでに説明してきたように第 2 の最適化手法を用いたほうが第 1 の最適化手法を用いるより広い波長範囲で補償が可能となる。しかしながら実際の設計に際しては、位相差板 30 の製造の容易さ、位相差板 30 と偏光板 10B の貼り合せ工程の容易さを考慮して行うべきものである。

【0071】

一般的には 2 軸位相差板 30 の $\Delta n d$ が大きくなるほど製造が困難になる。第 2 の最適化手法を用いた場合には第 1 の最適化手法と比べ $\Delta n d$ が大きくなるため位相差板 30 の製造上困難になるか $\Delta n d$ のムラが生じる可能性がある。

【0072】

一方、2 軸位相差板 30 と偏光板 10B の貼合工程を考えると第 2 の最適化手法の場合には偏光板 10B と位相差板 30 の延伸方向が一致するが、第 1 の最適化手法の場合には直交する。そのため貼合工程に関しては第 2 の最適化手法を用いたほうが製造上望ましいといえる。2 軸位相差板 30 の $\Delta n d$ が目的とする値より小さい値でしか製造できない場合には複数の位相差板を組合せて目的とする $\Delta n d$ に調整することも可能である。

【0073】

ここで、上述の図 5 に示した構造、すなわち、入射側偏光板 10A、液晶板 20、位相差板 30、出射側偏光板 10B の順に配置された液晶表示装置 100A について、以下に具体的な実施例 (<実施例 1> ~ <実施例 9>) を示す。

【0074】

<実施例 1>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0075】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2 軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550 nm

液晶層 $\Delta n d$: 275 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2 軸位相差板 $\Delta n d$: 126 nm (ZEONOR)

2 軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 50 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d$ > 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例 1 は、黒表示レベルの視野角特性を図 11 に示し、視角 (仰角) 70° で方位角を 15°、30°、45°、60°、75° の場合の黒レベル分光透過率を図 12 に

示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 13 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0076】

<実施例 2>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0077】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 0°

出射偏光板吸収軸： 0°

設計波長： 550 nm

液晶層 Δn_d ： 275 nm

液晶層プレチルト角： 2° （下側基板上で 90° 方位に開く方向）

2 軸位相差板 Δn_d ： 423 nm （ZEONOR）

2 軸位相差板屈折率比： $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質：TAC

保護層 Δn_d ： 50 nm （面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d ）

この実施例 2 は、黒表示レベルの視野角特性を図 14 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 15 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 16 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0078】

<実施例 3>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0079】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 90°

出射偏光板吸収軸： 0°

設計波長： 550 nm

液晶層 Δn_d ： 275 nm

液晶層プレチルト角： 2° （下側基板上で 90° 方位に開く方向）

2 軸位相差板 Δn_d ： 184 nm （ZEONOR）

2 軸位相差板屈折率比： $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質：TAC

保護層 Δn_d ： 30 nm （面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d ）

この実施例 3 は、黒表示レベルの視野角特性を図 17 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 18 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 19 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0080】

<実施例 4>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0081】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550 nm

液晶層 $\Delta n d$: 275 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n d$: 366 nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例4は、黒表示レベルの視野角特性を図20に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図21に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図22に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0082】

<実施例5>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

【0083】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550 nm

液晶層 $\Delta n d$: 275 nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n d$: 366 nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例5は、黒表示レベルの視野角特性を図23に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図24に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図25に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0084】

<実施例6>

次の条件にて液晶表示装置100Aを構成した。

【0085】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520 nm

液晶層 $\Delta n d$: 260 nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n d$: 364 nm (ZEONOR)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例6は、黒表示レベルの視野角特性を図26に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図27に

示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 28 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0086】

<実施例 7>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0087】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 0°

出射偏光板吸収軸： 0°

設計波長： 550 nm

液晶層 Δn_d ： 275 nm

液晶層プレチルト角： 2° （下側基板上で 90° 方位に開く方向）

2 軸位相差板 Δn_d ： 424 nm （ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート）

2 軸位相差板屈折率比： $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質：TAC

保護層 Δn_d ： 50 nm （面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d ）

この実施例 7 は、黒表示レベルの視野角特性を図 29 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 30 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 31 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0088】

<実施例 8>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0089】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 90°

出射偏光板吸収軸： 0°

設計波長： 550 nm

液晶層 Δn_d ： 275 nm

液晶層プレチルト角： 2° （下側基板上で 90° 方位に開く方向）

2 軸位相差板 Δn_d ： 170 nm （ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート）

2 軸位相差板屈折率比： $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質：TAC

保護層 Δn_d ： 50 nm （面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d ）

この実施例 8 は、黒表示レベルの視野角特性を図 32 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 33 に示し、視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 34 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0090】

<実施例 9>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0091】

入射側偏光板吸収軸方位： 90°

液晶層配向方位： 90°

2 軸位相差板 n_x 方位： 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 550 nm

液晶層 $\Delta n d$: 275 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n d$: 380 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例 9 は、黒表示レベルの視野角特性を図 35 に示し、視角 (仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 36 に示し、視角 (仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 37 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0092】

以上の構成に関して、位相差板位置と方位の関係は相対的に同じであれば同じ結果を得ることが可能である。つまり表裏反対とした場合にも同じ結果が得られ、その場合位相差板位置は入射側偏光板と液晶層の間に位置する。また、全体の方位を 90° 回転しても同じ結果が得られる。

【0093】

また、以上に関して基板に平行な電界により液晶分子を動作させるいわゆるインプレーンスイッチングモードの液晶表示装置のみ有効ではなく、基板に垂直な電界においても強誘電性液晶を用いた液晶表示装置等インプレーンスイッチングする液晶動作モードを用いる場合には同様の光学補償が可能である。さらに偏光板の光学補償として液晶層の代わりに位相差板を用いても同様の効果を得ることが可能である。

【0094】

例えば図 38 に示す液晶表示装置 100B のように入射側偏光板 10A、位相差板 30、液晶板 20、出射側偏光板 10B の順に配置された構成とすることができる。この液晶表示装置 100B の具体的な実施例 10 を以下に示す。

【0095】

<実施例 10>

次の条件にて液晶表示装置 100B を構成した。

【0096】

入射側偏光板吸収軸方位: 0°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 90°

設計波長: 550 nm

液晶層 $\Delta n d$: 275 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板 $\Delta n d$: 380 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

また、上記実施例 9 における全体の方位を 90° 回転したものを実施例 11 として以下に示す。

【0097】

<実施例 11>

次の条件にて液晶表示装置 100A を構成した。

【0098】

入射側偏光板吸収軸方位: 0°

液晶層配向方位: 0°

2軸位相差板 n_x 方位: 90°

出射偏光板吸収軸: 90°

設計波長: 550 nm

液晶層 Δn_d : 275 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 0° 方位に開く方向)

2軸位相差板 Δn_d : 380 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 Δn_d : 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n_d >$ 厚さ方向 Δn_d)

ここで、2軸位相差板30の屈折率に関して、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ を完全に満たすことは製造上容易ではない。この条件は最も最適な条件を示しているに過ぎず、この関係からたとえずれているとしても本発明の趣旨と違いがなければ本発明と同一とみなせるべきものである。また、先述した2軸位相差板30の最適 Δn_d を示す関係式についても同様である。

【0099】

次に、 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第3の最適化手法について説明する。

【0100】

両側に2軸位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法を示す。

【0101】

すなわち、図39に示すように、入射側偏光板10A、2軸位相差板30A、液晶板20、2軸位相差板30B、出射側偏光板10Bの順に配置した構成の液晶表示装置100Cとする。その時の2軸位相差板30A及び2軸位相差板30Bの方位、 Δn_d 、 n_x 、 n_y 、 n_z の比率の組み合わせは必ずしも一通りに限らない。以下に示す方法はその一つを示すにすぎない。

【0102】

考え方として液晶層21通過後の偏光状態を入射側偏光板保護層13A通過後の偏光状態になるように2軸位相差板30Aの Δn_d を設定する。そうすることにより、 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる2軸性位相差板30Bの Δn_d を設計波長において $\lambda / 2$ に固定する議論が可能となる。 $n_z = (n_x + n_y) / 2$ となる条件で2軸性位相差板30Aの $\Delta n_d R F 1$ は(5)式から次の(7)式にて示される。

【0103】

【数9】

$$\Delta n_{dRF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n_{dTAC0} \right) \right] \quad (7) \text{ 式}$$

【0104】

この第3の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図40のようになる。図40(A)は入射側偏光板10Aの偏光子11Aを通過後の偏光状態を示し、図40(B)は入射側偏光板10Aの保護層13Aを通過後の偏光状態を示し、図40(C)は位相差板30Aを通過後の偏光状態を示し、図40(D)は液晶板20のISP液晶層21を通過後の偏光状態を示し、図40(E)は2軸位相差板30Bを通過後の偏光状態を示し、図40(F)は出射側偏光板10Bの保護層13Bを通過後の偏光状態を示している。

【0105】

ここで、入射側偏光板10A、位相差板30A1、液晶板20、位相差板30B、出射側偏光板10Bは、入射側偏光板10Aの吸収軸を 90° 、位相差板30Aの n_x 方位を 90° 、液晶層21の配向方位を 90° 、位相差板30Bの n_x 方位を 0° 、出射側偏光板10Bの吸収軸 0° に設定した場合である。

【0106】

位相差板 30B の方位は 90° も可能であるが、第2の最適化手法で述べたように複数の位相差板を同じ方位に設定した場合、設計波長から外れた場合の位相ずれ量が大きくなり、結果的に黒レベル光もれを広い範囲で抑えることは困難になる。

【0107】

次に、 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第4の最適化手法について説明する。

【0108】

両側に2軸位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法で第1及び第2の最適化手法の関係同様、第3の最適化手法における2軸位相差板 30A の $\Delta n d$, $\Delta n d$, R F 1 は、次の(8)式にて示される。

【0109】

【数10】

$$\Delta n d_{RF1} = \frac{\lambda}{2\pi} \left[2\pi - 2 \tan^{-1} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \Delta n d_{TAC0} \right) \right] \quad (8) \text{ 式}$$

【0110】

この第4の最適化手法をポアンカレ球上で示すと図41のようになる。図41(A)は入射側偏光板 10A の偏光子 11A を通過後の偏光状態を示し、図30(B)は入射側偏光板 10A の保護層 13A を通過後の偏光状態を示し、図41(C)は位相差板 30A を通過後の偏光状態を示し、図41(D)は液晶板 20 の I S P 液晶層 21 を通過後の偏光状態を示し、図41(E)は2軸位相差板 30B を通過後の偏光状態を示し、図410(F)は出射側偏光板 10B の保護層 13B を通過後の偏光状態を示している。

【0111】

ここで、入射側偏光板 10A、位相差板 30A、液晶板 20、位相差板 30B、出射側偏光板 10B は、入射側偏光板 10A の吸収軸を 90° 、位相差板 30A の n_x 方位を 0° 、液晶層 21 の配向方位を 90° 、位相差板 30B の n_x 方位を 0° 、出射側偏光板 10B の吸収軸を 0° に設定した場合である。

【0112】

なお、位相差板 30B の方位は 90° も可能であるが波長依存性が大きくなる。

【0113】

次に、 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第5の最適化手法について説明する。

【0114】

両側に位相差板を各1枚配置する場合の最適化手法では必ずしも $n_y = (n_x + n_y) / 2$ に限らないで補償できる。特に一方の位相差板(位相差板 30A)を $n_y = (n_x + n_y) / 2$ でかつ、設計波長において $\lambda / 2$ とするならば、他方の位相差板(位相差板 30B)は1軸性での補償も可能となる。

【0115】

設計波長において1軸性位相差板(位相差板 30A)の $\Delta n d$ を液晶層 21 の $\Delta n d$ との和が λ となるように設定する。また、1軸性位相差板(位相差板 30A)の n_x の方位(ここで $n_x > n_y = n_z$)と液晶層 21 の配向方位を一致させる。つまり、設計波長においては、位相差板通過後の偏光状態は液晶層 21 がない場合と同じ偏光状態になる。よって、位相差板 30B を $n_y = (n_x + n_y) / 2$ でかつ、設計波長において $\lambda / 2$ とすることで、出射側偏光板 10B の保護層 13B を通過後の偏光状態は出射側偏光板 10A の保護層 13A の $\Delta n d$ の値に関わらず出射側偏光板 10B の吸収軸に一致する。

【0116】

また、広い範囲で黒の光抜けを防止するためには2軸性位相差板の n_x 方位と液晶層配

向方向と直交させる。

【0117】

ここで、上述の図39に示した構造、すなわち、入射側偏光板10A、位相差板30A、液晶板20、位相差板30B、出射側偏光板10Bの順に配置された液晶表示装置100Cについて、以下に具体的な実施例(<実施例12>~<実施例14>)を示す。

【0118】

<実施例12>

次の条件にて液晶表示装置100Cを構成した。

【0119】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

2軸位相差板1 n_x 方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板2 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520 nm

液晶層 $\Delta n d$: 260 nm

液晶層プレチルト角: 2° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板1 $\Delta n d$: 104 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

2軸位相差板2 $\Delta n d$: 260 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例12は、黒表示レベルの視野角特性を図42に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図43に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図44に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0120】

<実施例13>

次の条件にて液晶表示装置100Cを構成した。

【0121】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

2軸位相差板1 n_x 方位: 0°

液晶層配向方位: 90°

2軸位相差板2 n_x 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520 nm

液晶層 $\Delta n d$: 260 nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

2軸位相差板1 $\Delta n d$: 416 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

2軸位相差板2 $\Delta n d$: 260 nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30 nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例13は、黒表示レベルの視野角特性を図45に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図46に示し、視角(仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図47に示すような各特性を呈する。ここで、方位角

は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【0122】

<実施例 14>

次の条件にて液晶表示装置 100C を構成した。

【0123】

入射側偏光板吸収軸方位: 90°

1 軸位相差板 $1n_x$ 方位: 90°

液晶層配向方位: 90°

2 軸位相差板 $2n_x$ 方位: 0°

出射偏光板吸収軸: 0°

設計波長: 520nm

液晶層 $\Delta n d$: 260nm

液晶層プレチルト角: 0.5° (下側基板上で 90° 方位に開く方向)

1 軸位相差板 $1\Delta n d$: 260nm (アートン)

1 軸位相差板屈折率比: $n_x > n_y = n_z$

2 軸位相差板 $2\Delta n d$: 260nm (ポリカーボネート or 変性ポリカーボネート)

2 軸位相差板屈折率比: $n_z = (n_x + n_y) / 2$

偏光板保護層材質: TAC

保護層 $\Delta n d$: 30nm (面に垂直に光軸、面方向 $\Delta n d >$ 厚さ方向 $\Delta n d$)

この実施例 14 は、黒表示レベルの視野角特性を図 48 に示し、視角 (仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を図 49 に示し、視角 (仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を図 50 に示すような各特性を呈する。ここで、方位角は向かって右方向からの視角を 0° として反時計周りの角度で示している。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図 1】本発明が適用される液晶表示装置の要部構成を示す模式的な端面図である。

【図 2】上記液晶表示装置における偏光板軸角度を示す図である。

【図 3】上記液晶表示装置において、 45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示した図である。

【図 4】上記液晶表示装置において、 45° 方位での入射偏光軸ズレ量と偏光板保護層の位相差の入射角依存性を示した図である。

【図 5】本発明に係る液晶表示装置の要部構成例を示す模式的な端面図である。

【図 6】図 5 に示した構成の液晶表示装置において、 45° 方位に入射した光の各部材通過後の偏光状態をポアンカレ球表示で示した図である。

【図 7】上記液晶表示装置における 2 軸位相差板の最適 $\Delta n d$ と入射角の関係を説明するための図である。

【図 8】上記液晶表示装置における保護層の $\Delta n d$ と 2 軸位相差板の $\Delta n d$ の関係を示す図である。

【図 9】上記液晶表示装置における 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第 1 の最適化手法をポアンカレ球上で示す図である。

【図 10】上記液晶表示装置における 45° 方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第 2 の最適化手法をポアンカレ球上で示す図である。

【図 11】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 1 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 12】上記実施例 1 における視角 (仰角) 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 13】上記実施例 1 における視角 (仰角) 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 14】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 2 における黒表示レベルの視野

角特性を示す図である。

【図 15】上記実施例 2 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 16】上記実施例 2 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 17】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 3 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 18】上記実施例 3 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 19】上記実施例 3 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 20】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 4 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 21】上記実施例 4 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 22】上記実施例 4 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 23】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 5 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 24】上記実施例 5 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 25】上記実施例 5 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 26】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 6 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 27】上記実施例 6 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 28】上記実施例 6 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 29】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 7 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 30】上記実施例 7 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 31】上記実施例 7 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 32】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 8 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 33】上記実施例 8 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 34】上記実施例 8 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 35】図 5 に示した構成の液晶表示装置の実施例 9 における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図 36】上記実施例 9 における視角（仰角） 70° で方位角を 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 37】上記実施例 9 における視角（仰角） 70° で方位角を 345° 、 330° 、 315° 、 300° 、 285° の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図 38】本発明に係る液晶表示装置の他の要部構成例を示す模式的な端面図である。

【図 39】本発明に係る液晶表示装置のさらに他の要部構成例を示す模式的な端面図

である。

【図40】図39に示した液晶表示装置における45°方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第3の最適化手法をポアンカレ球上で示す図である。

【図41】図39に示した液晶表示装置における45°方位視角における黒レベルを改善するための位相差板の第4の最適化手法をポアンカレ球上で示す図である。

【図42】図39に示した液晶表示装置の実施例12における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図43】上記実施例12における視角（仰角）70°で方位角を15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図44】上記実施例12における視角（仰角）70°で方位角を345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図45】図39に示した液晶表示装置の実施例13における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図46】上記実施例13における視角（仰角）70°で方位角を15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図47】上記実施例13における視角（仰角）70°で方位角を345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図48】図39に示した液晶表示装置の実施例14における黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図49】上記実施例14における視角（仰角）70°で方位角を15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図50】上記実施例14における視角（仰角）70°で方位角を345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【図51】従来の液晶表示装置の黒表示レベルの視野角特性を示す図である。

【図52】従来の液晶表示装置において、視角（仰角）70°で方位角を15°、30°、45°、60°、75°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

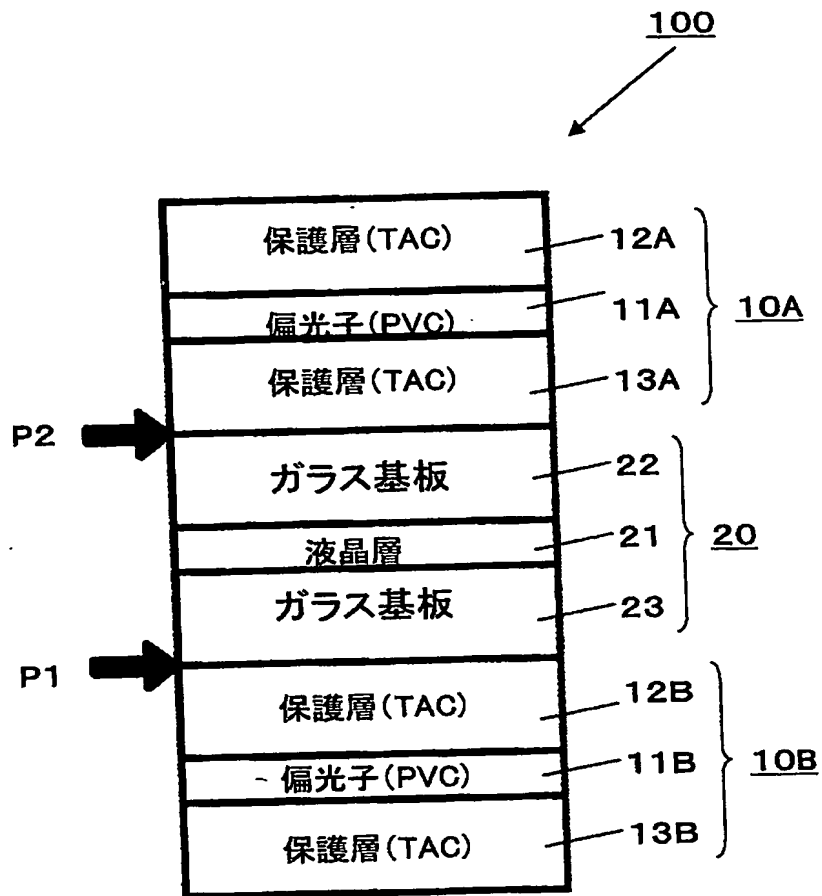
【図53】従来の液晶表示装置において、視角（仰角）70°で方位角を345°、330°、315°、300°、285°の場合の黒レベル分光透過率を示す図である。

【符号の説明】

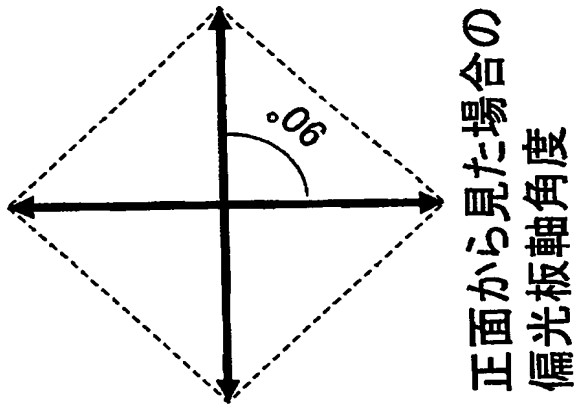
【0125】

10A, 10B 偏光板、11A, 11B 偏光子、12A, 12B, 13A, 13B
保護層、20 液晶板、21 液晶層、22, 23 ガラス基板、30, 30A, 30B
2軸性位相差板、100, 100A, 100B, 100C 液晶表示装置

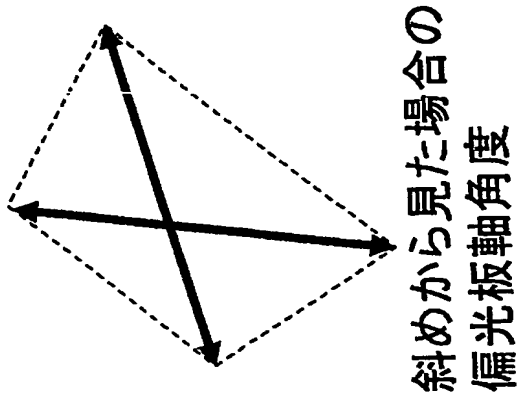
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

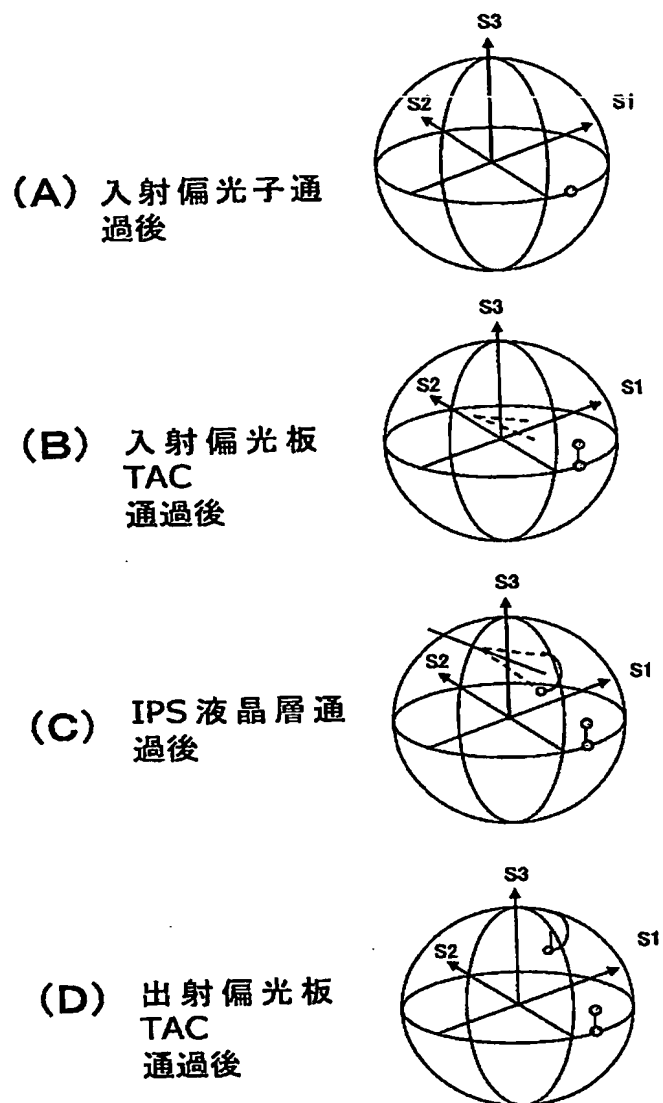


(A)

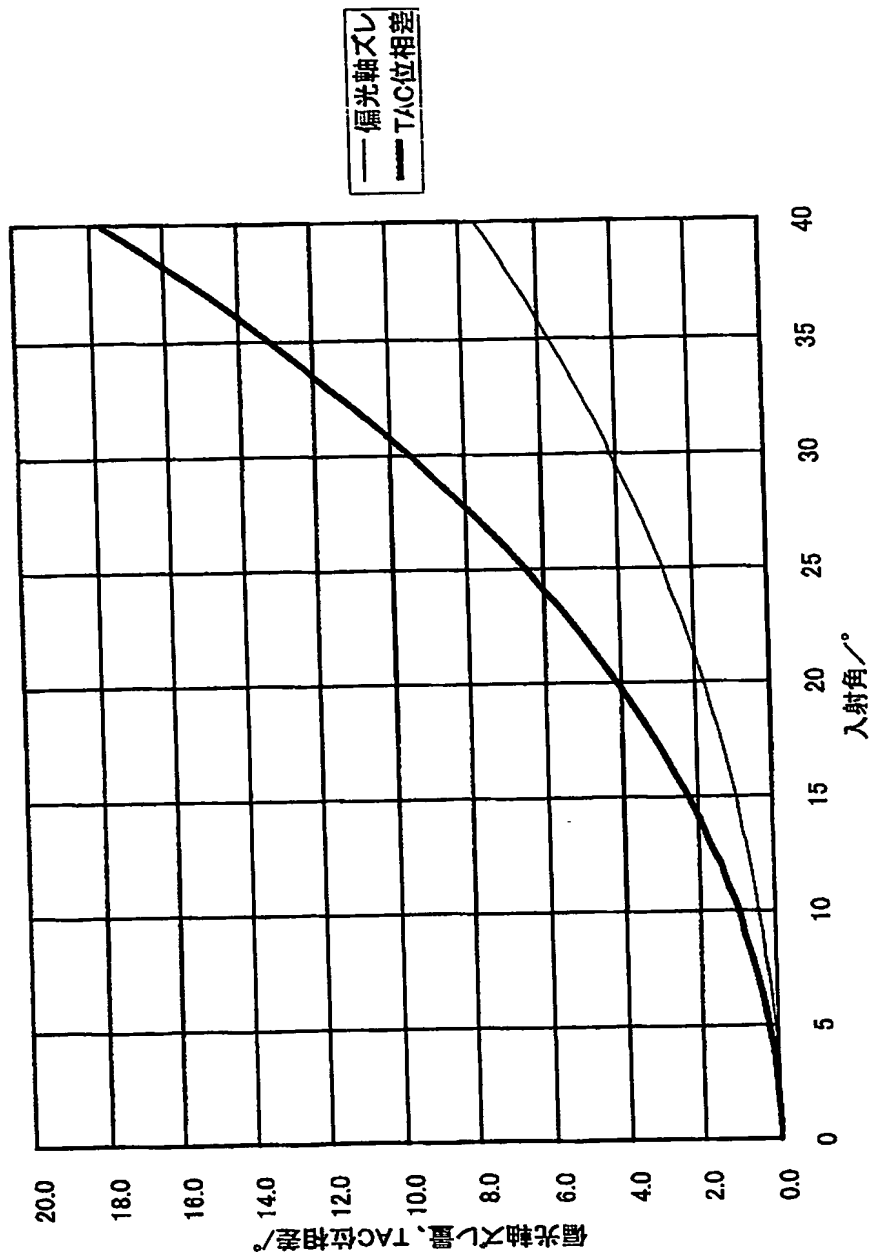


(B)

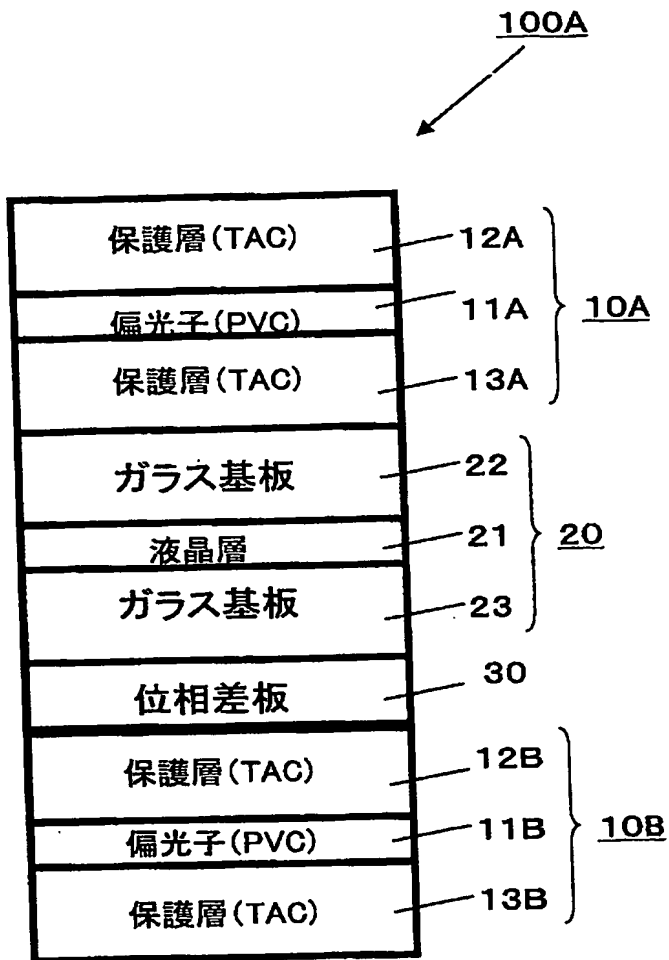
【図 3】



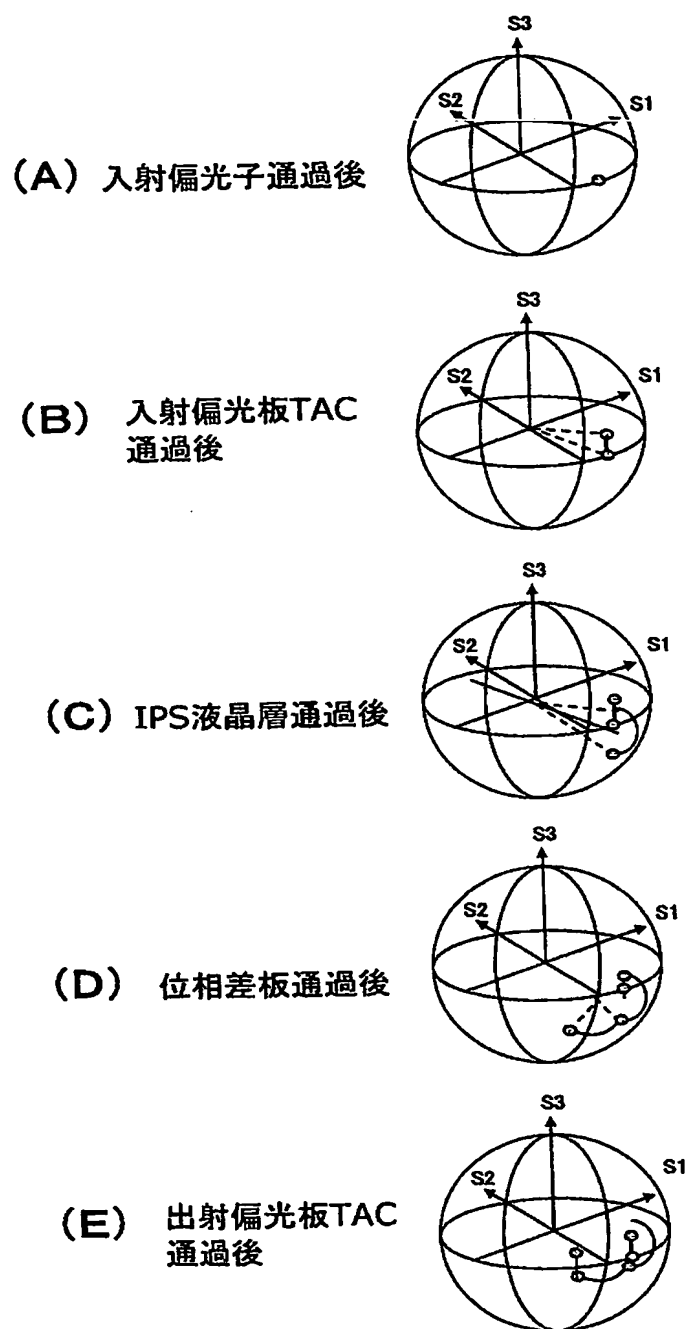
【図 4】



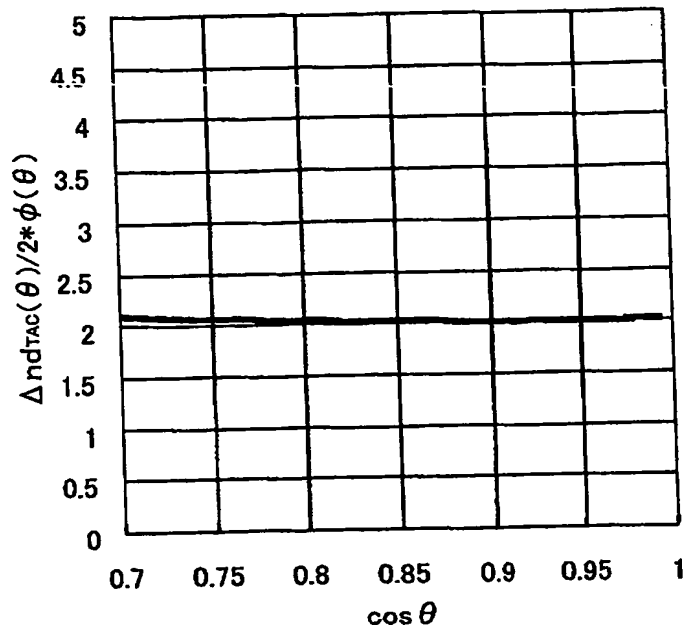
【図 5】



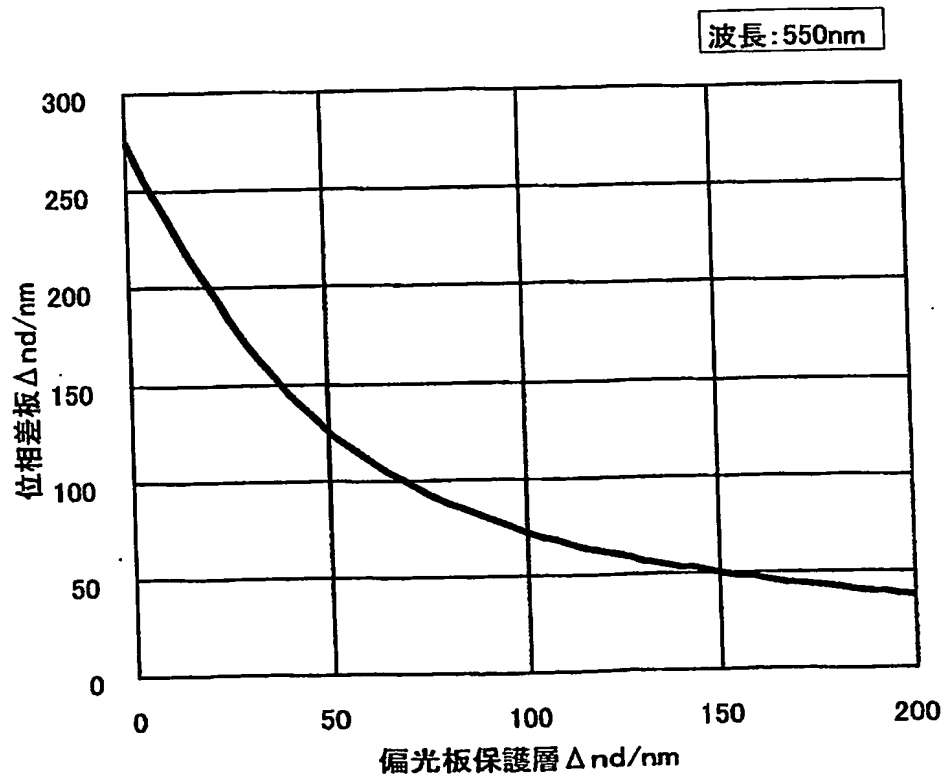
【図6】



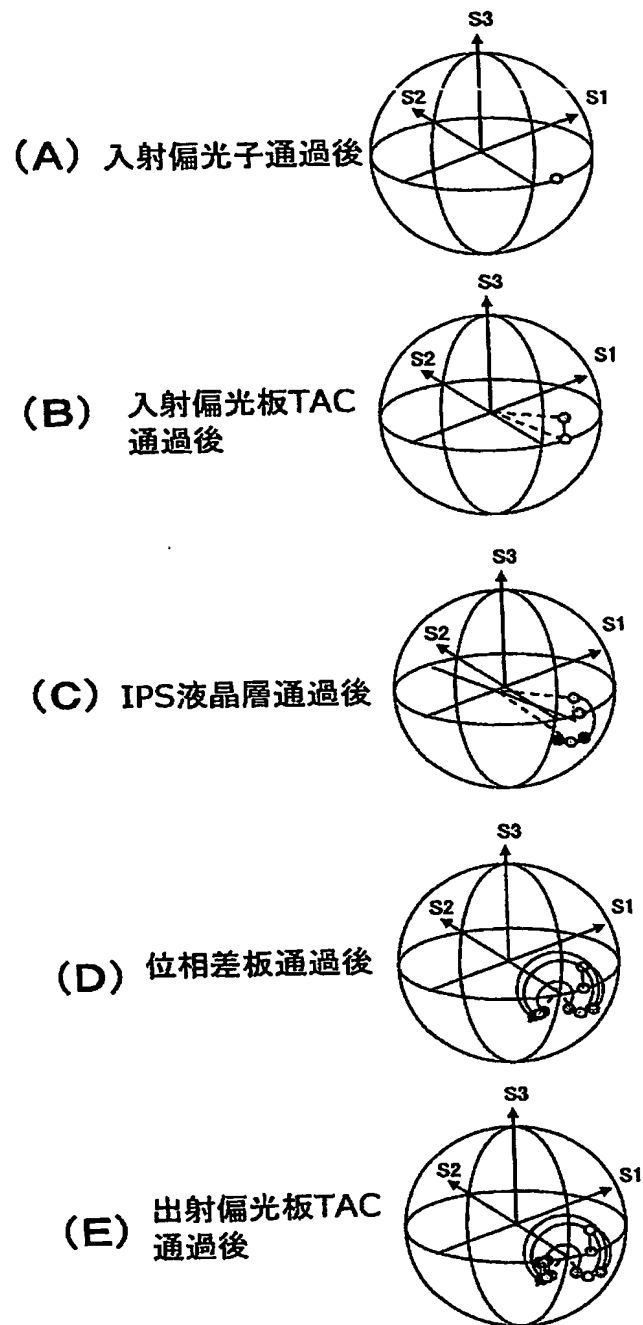
【図 7】



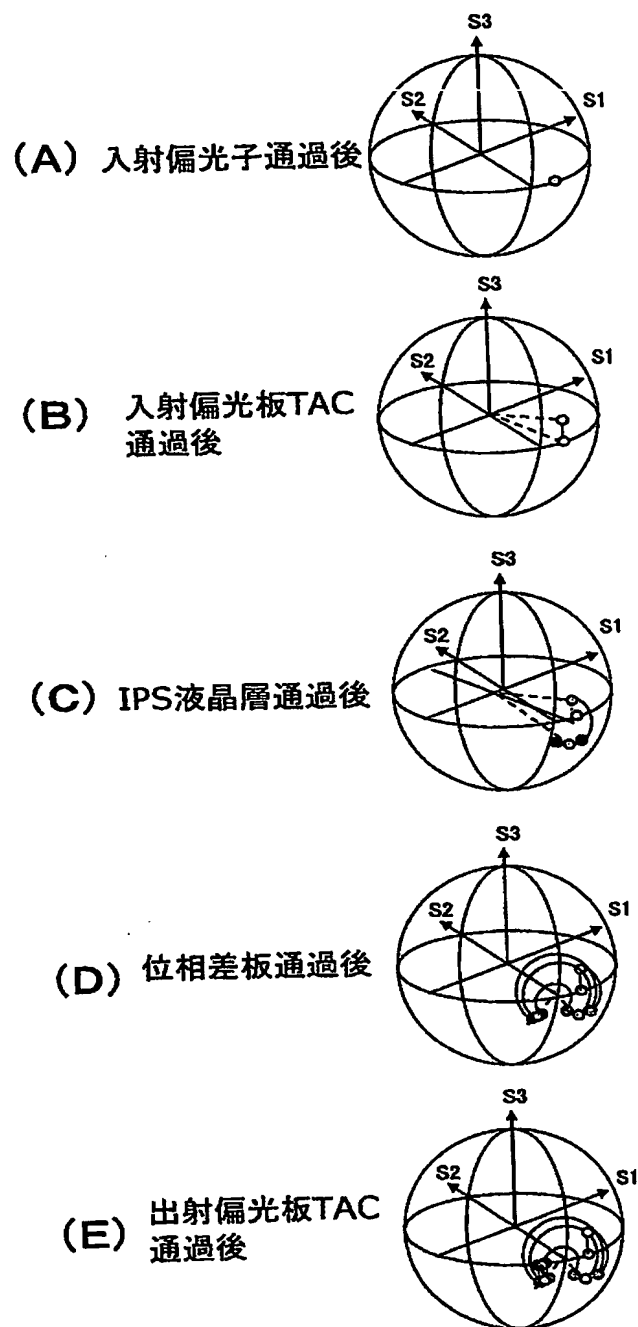
【図 8】



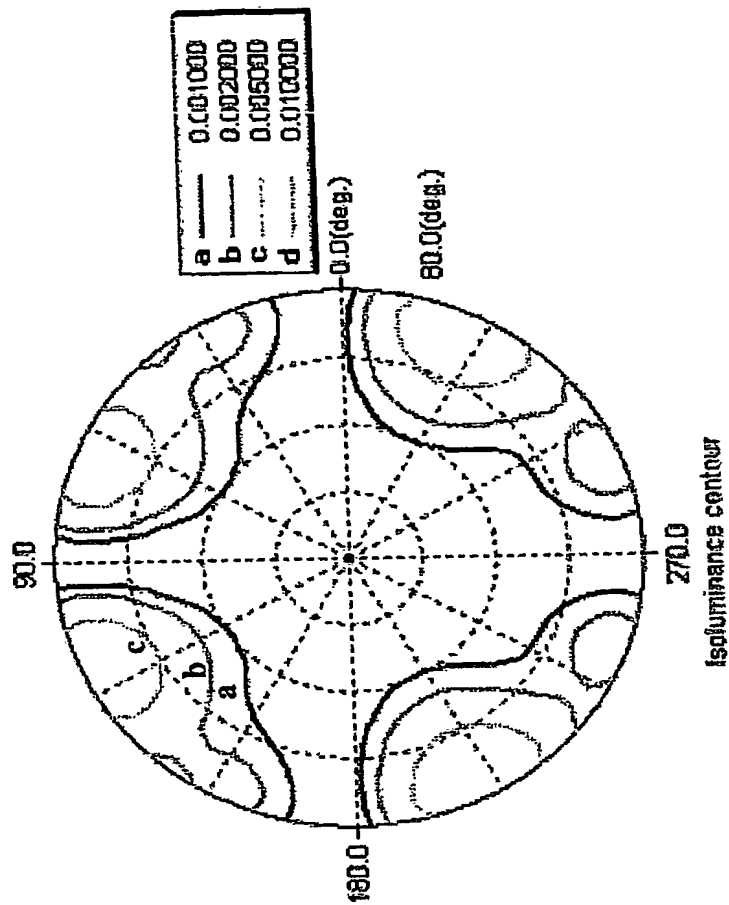
【図 9】



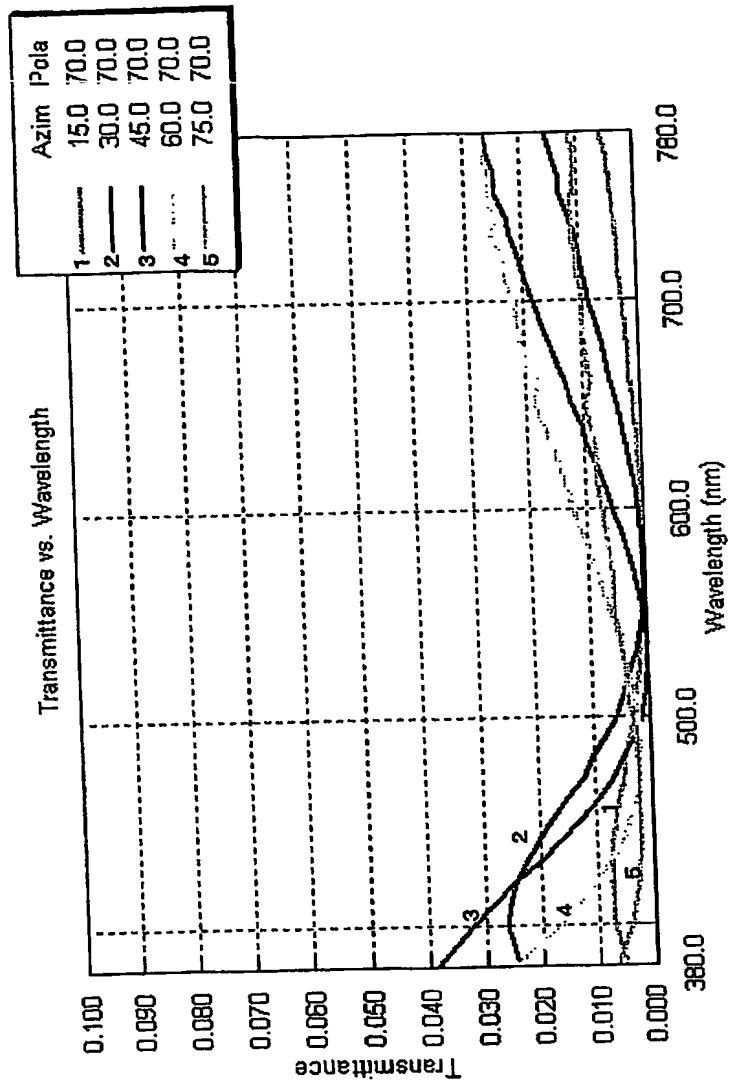
【図 10】



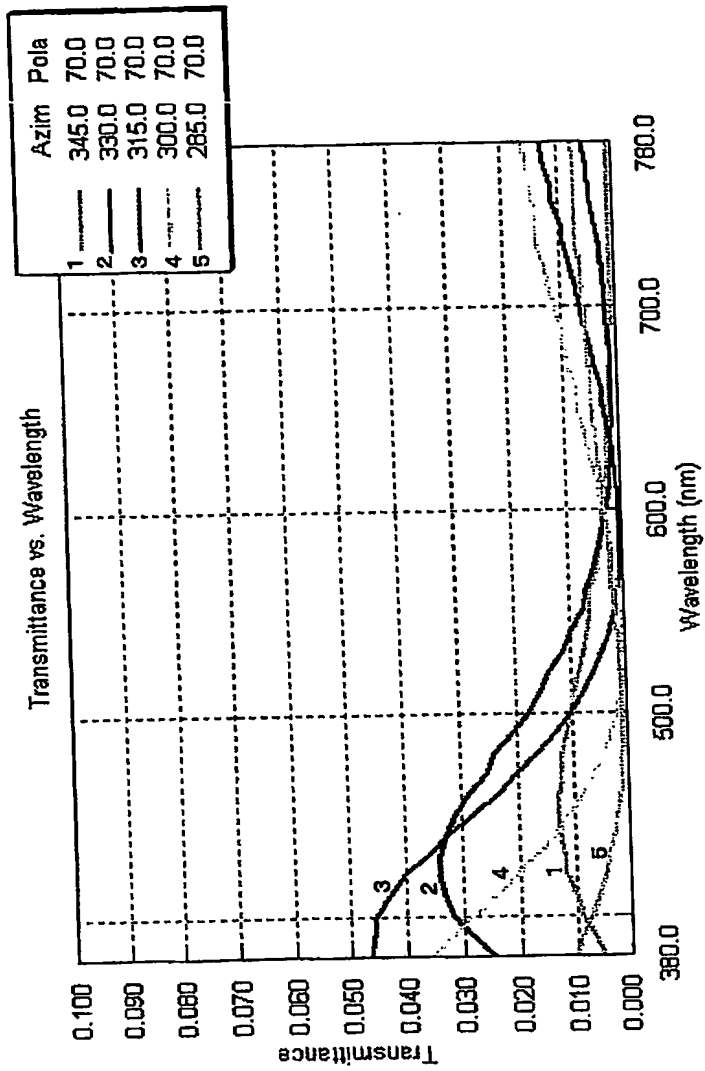
【図 11】



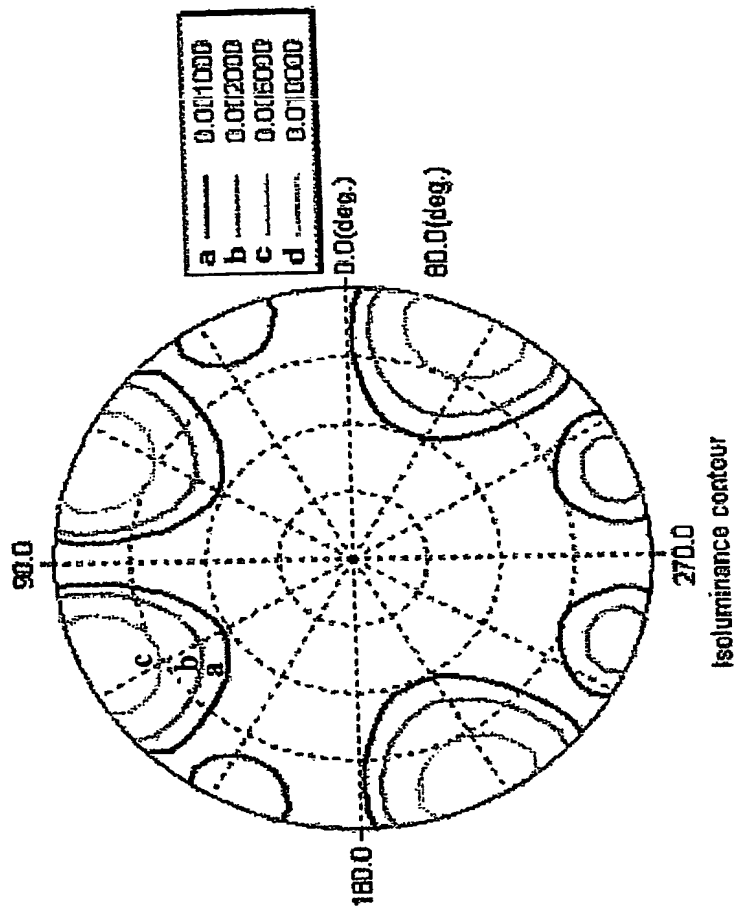
【図 12】



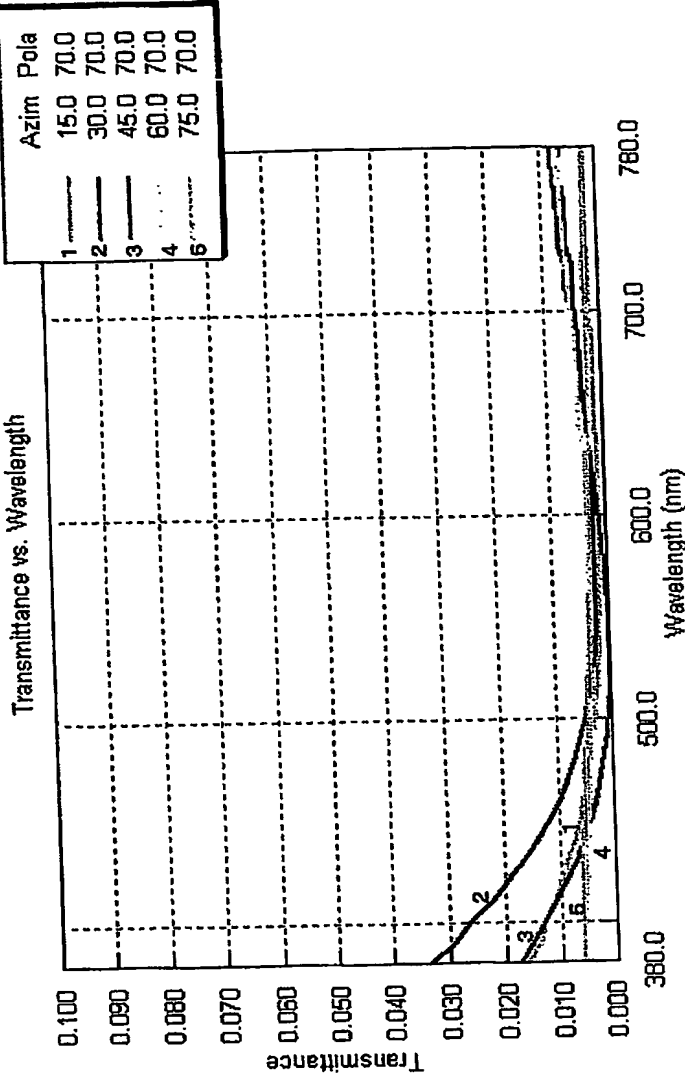
【図 13】



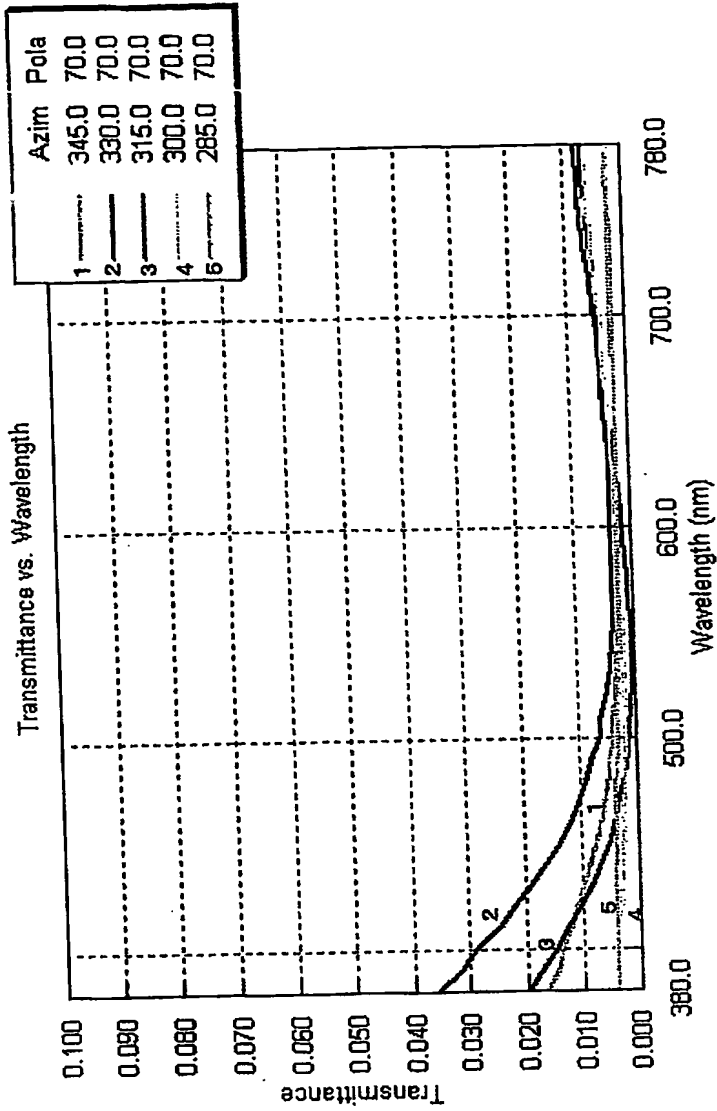
【図 14】



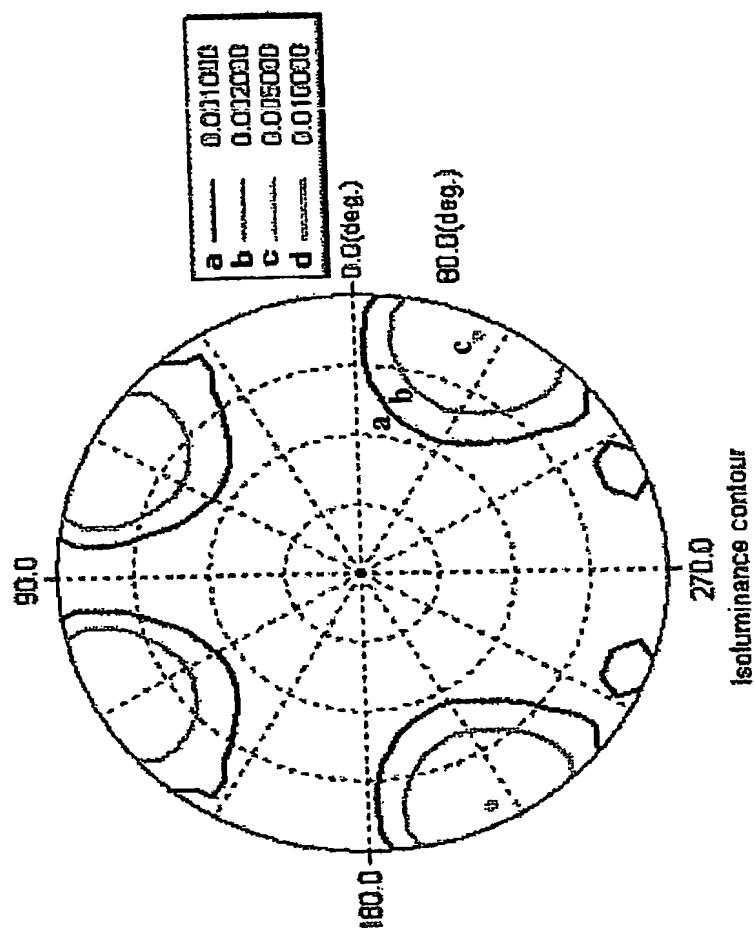
【図 15】



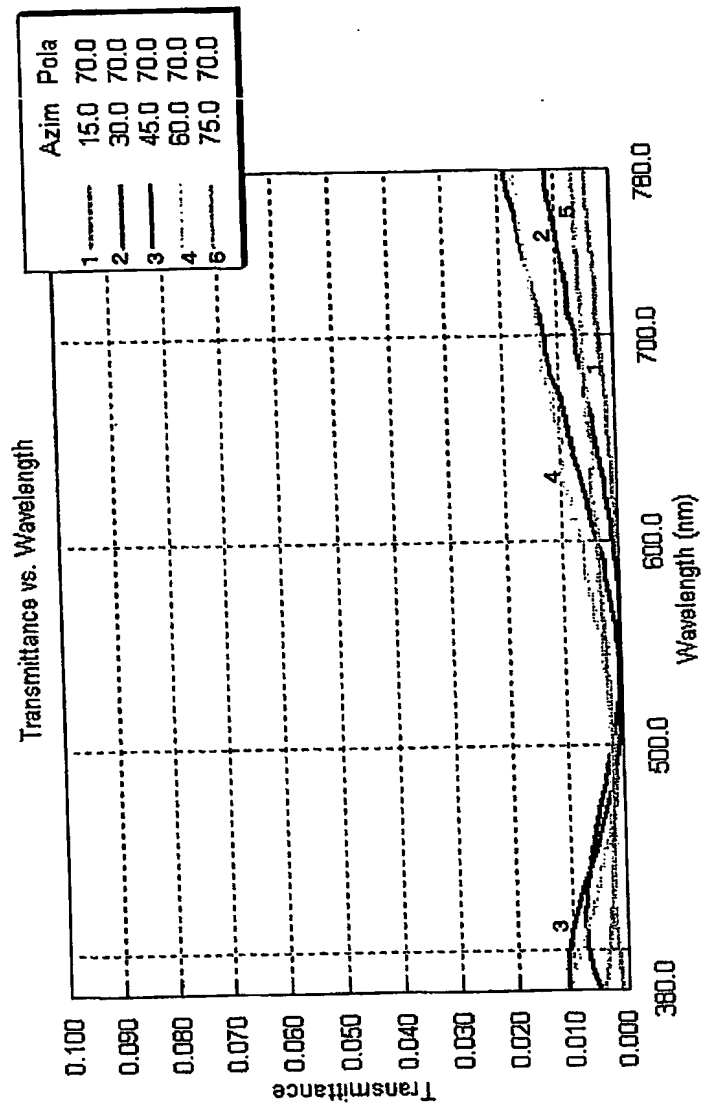
【図 16】



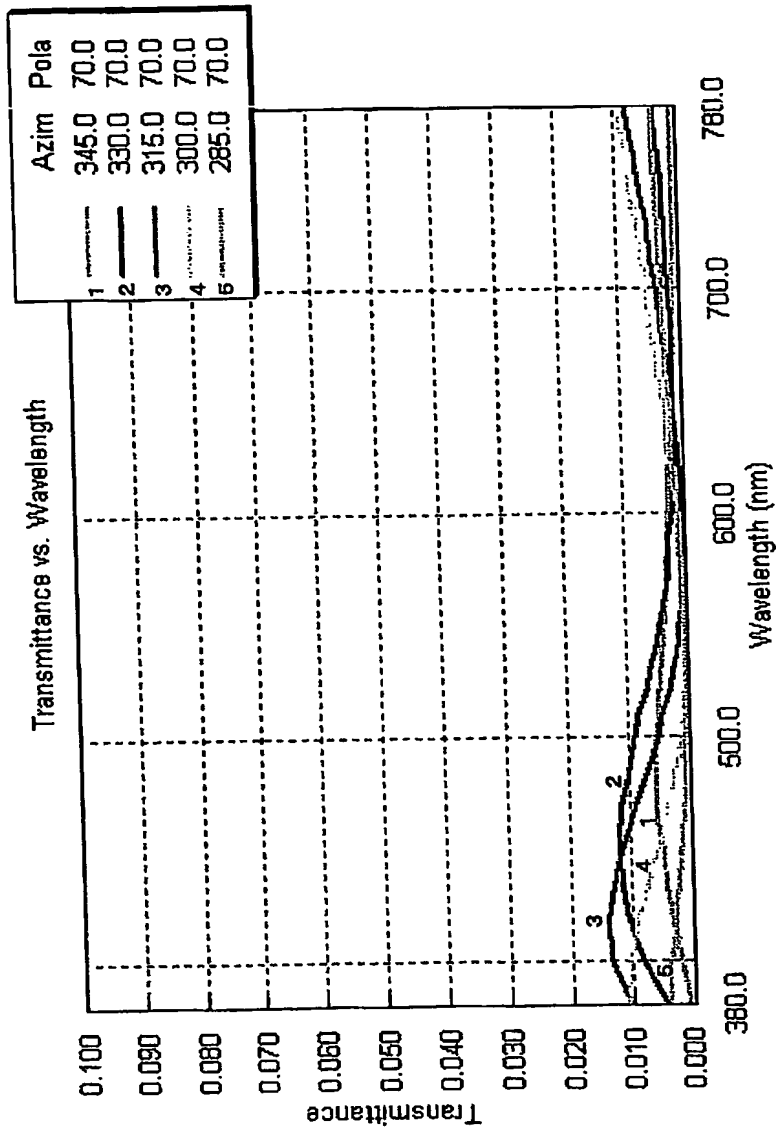
【図17】



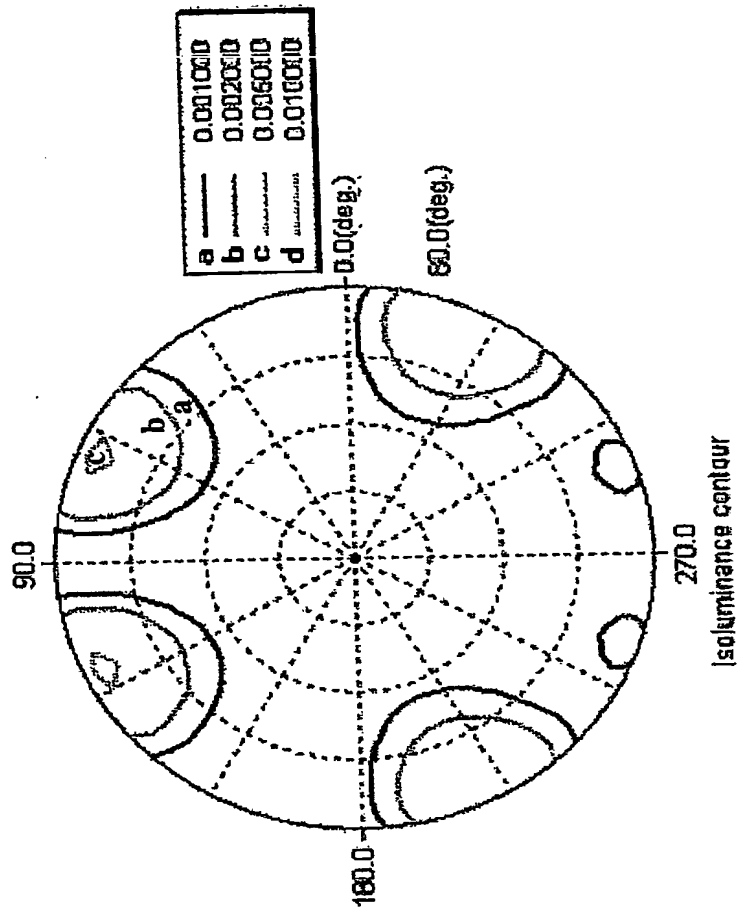
【図 18】



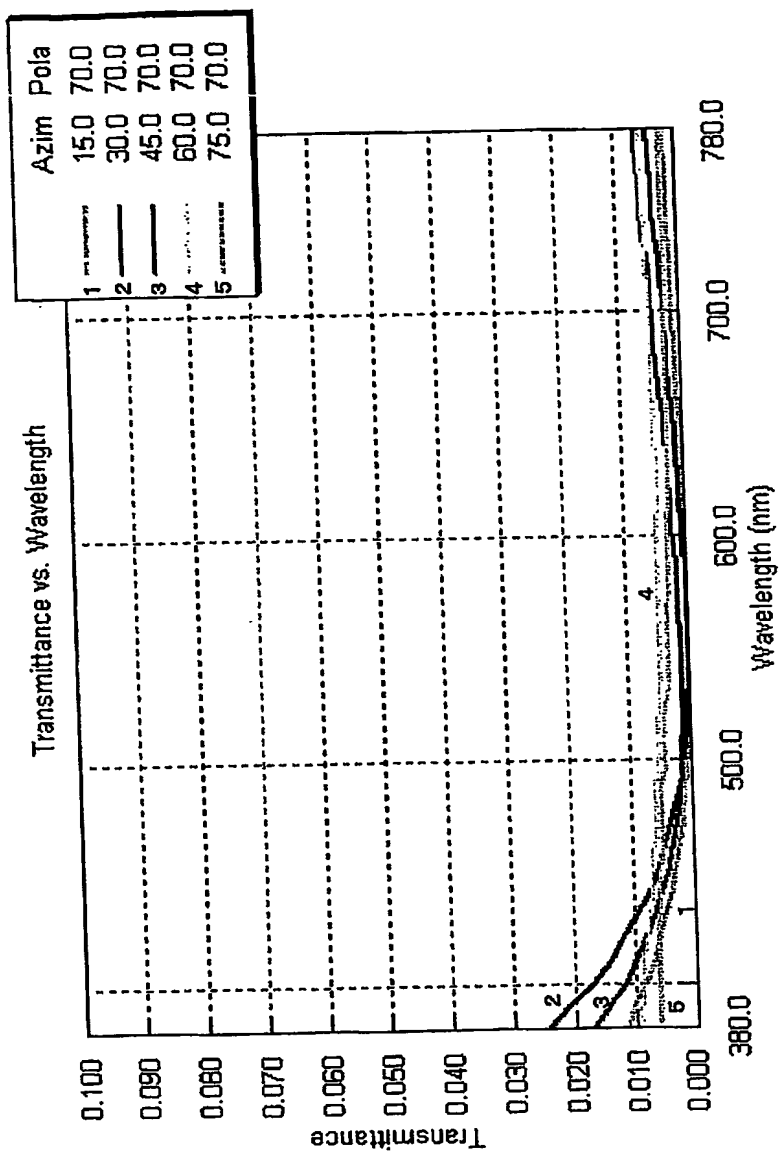
【図 19】



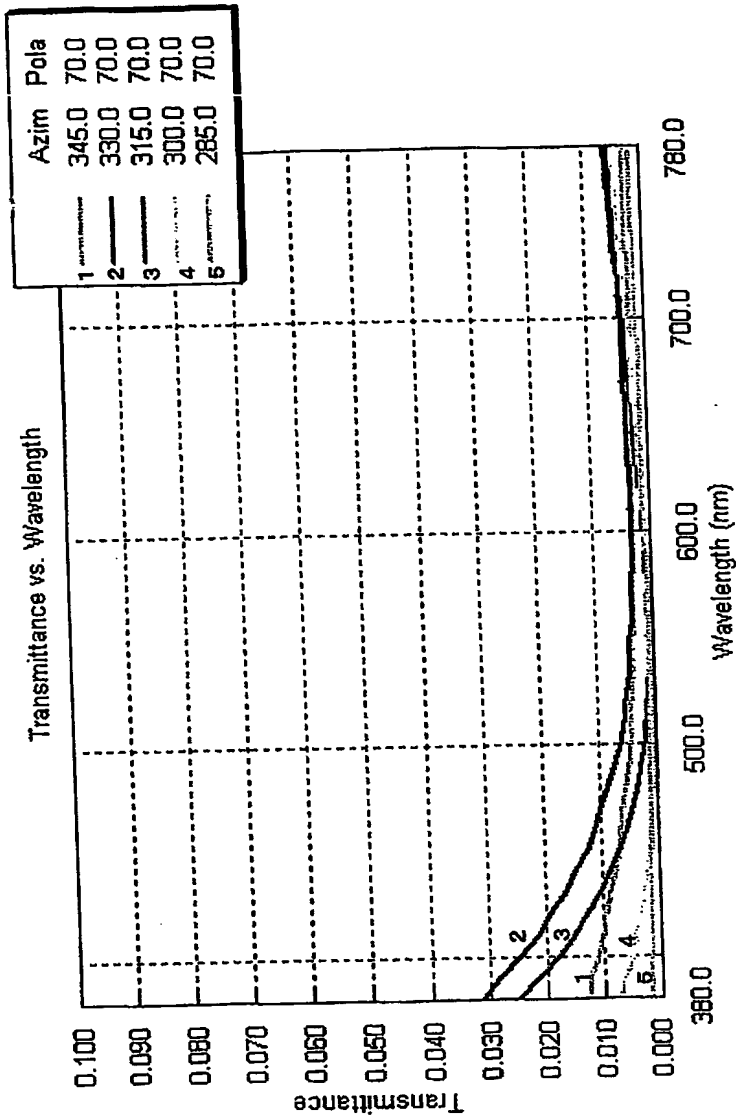
【図 20】



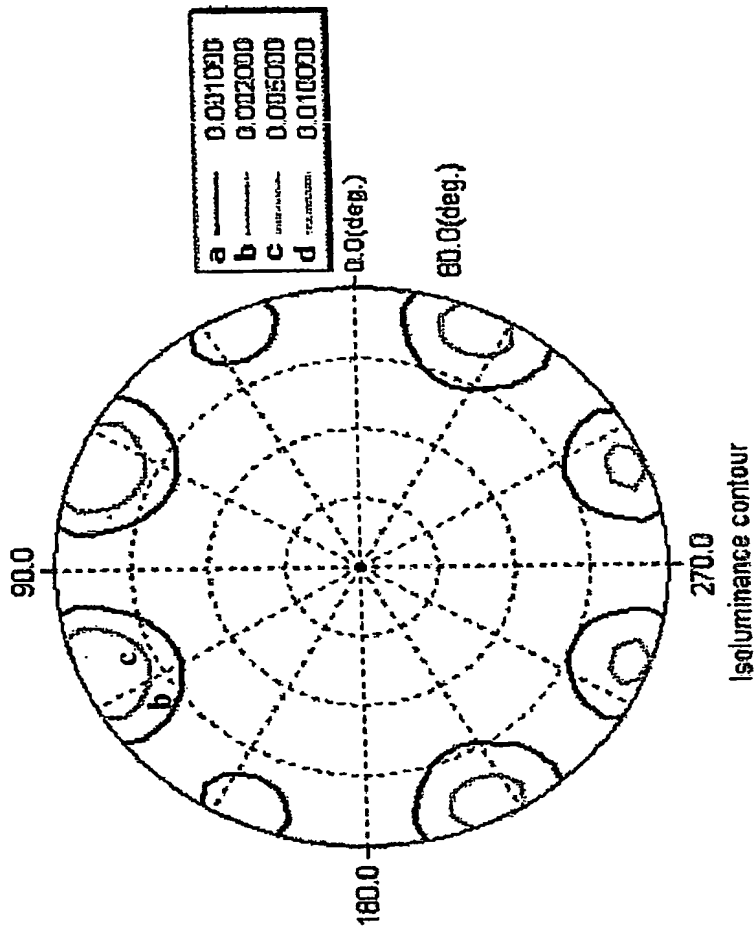
【図 21】



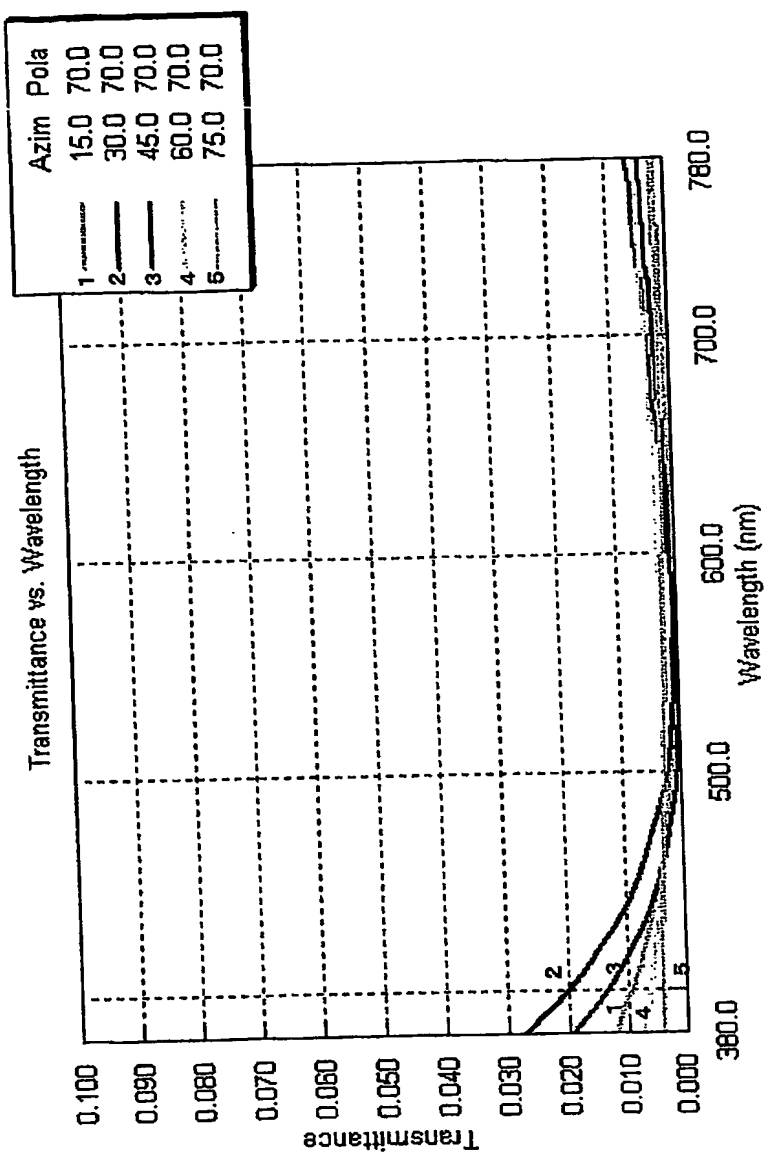
【図 22】



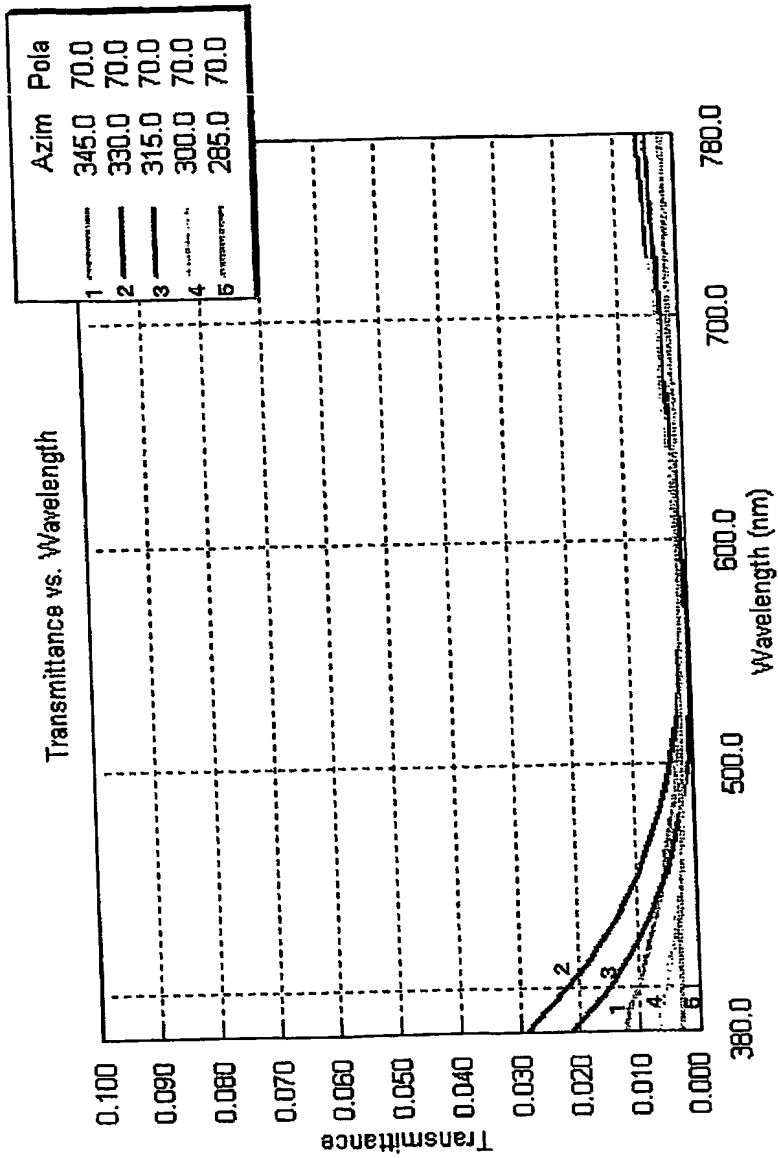
【図 23】



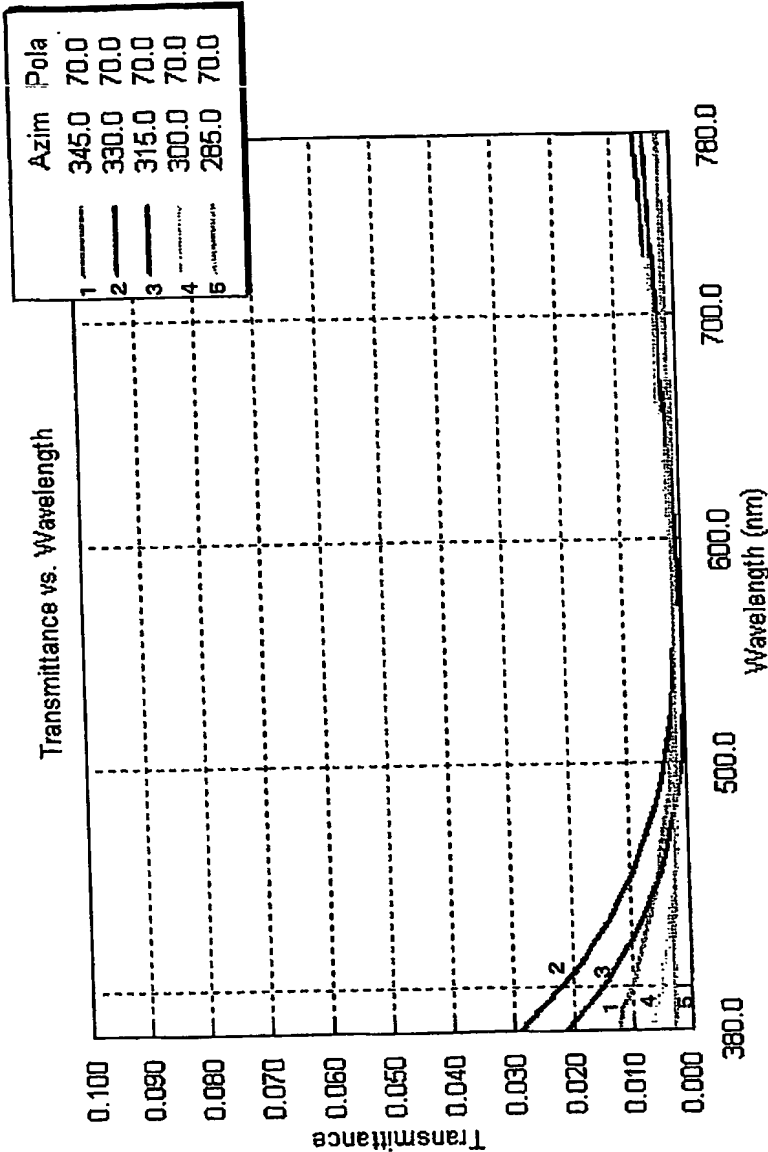
【図 24】



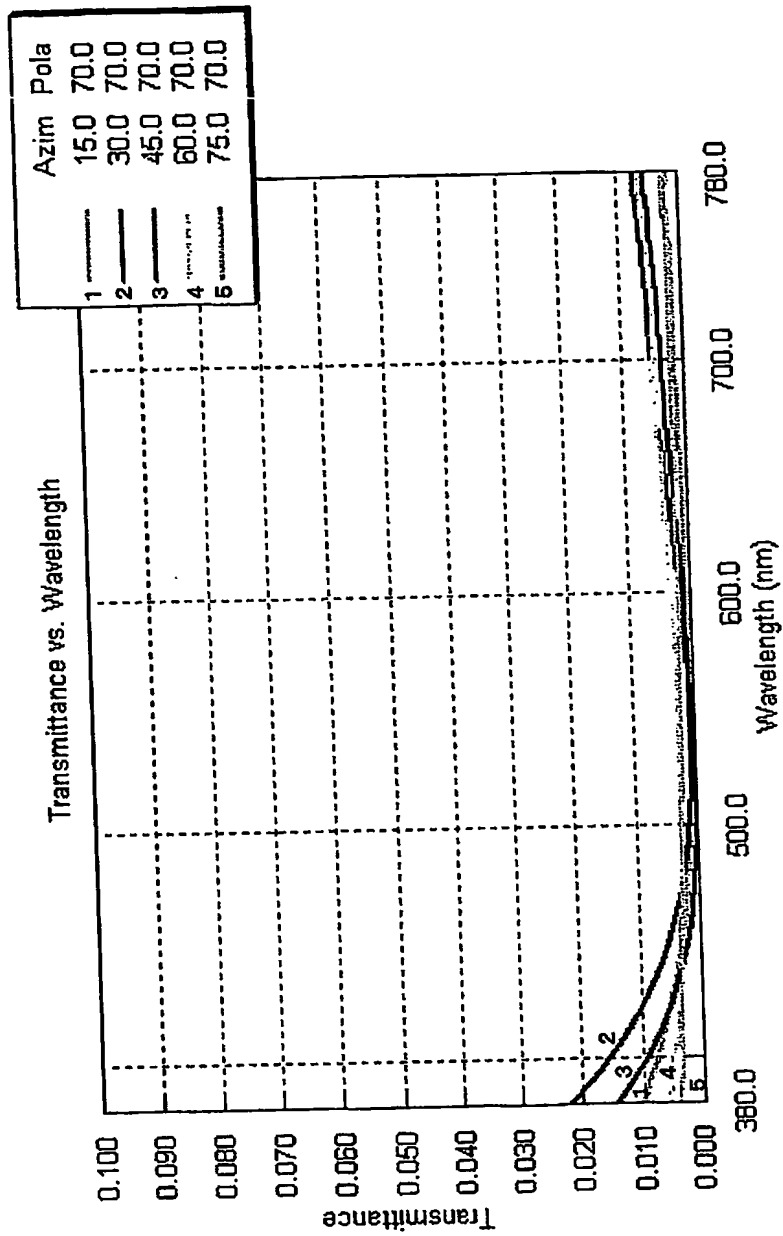
【図 25】



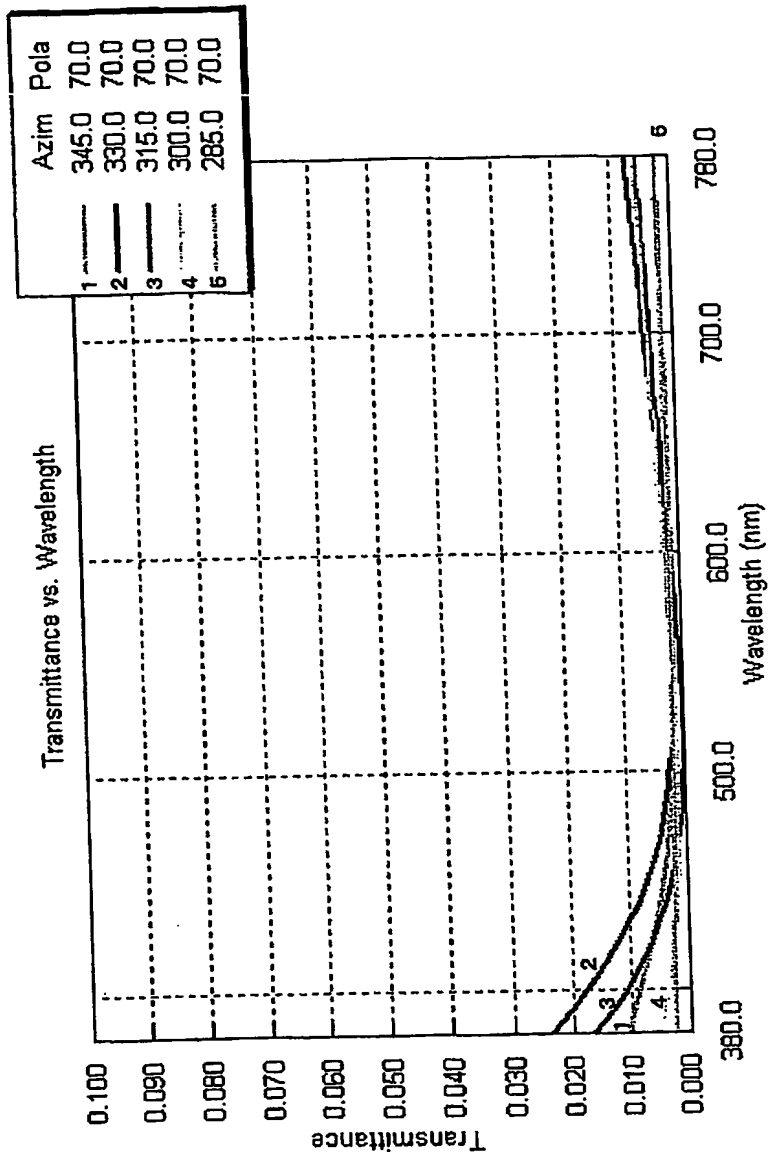
【図 26】



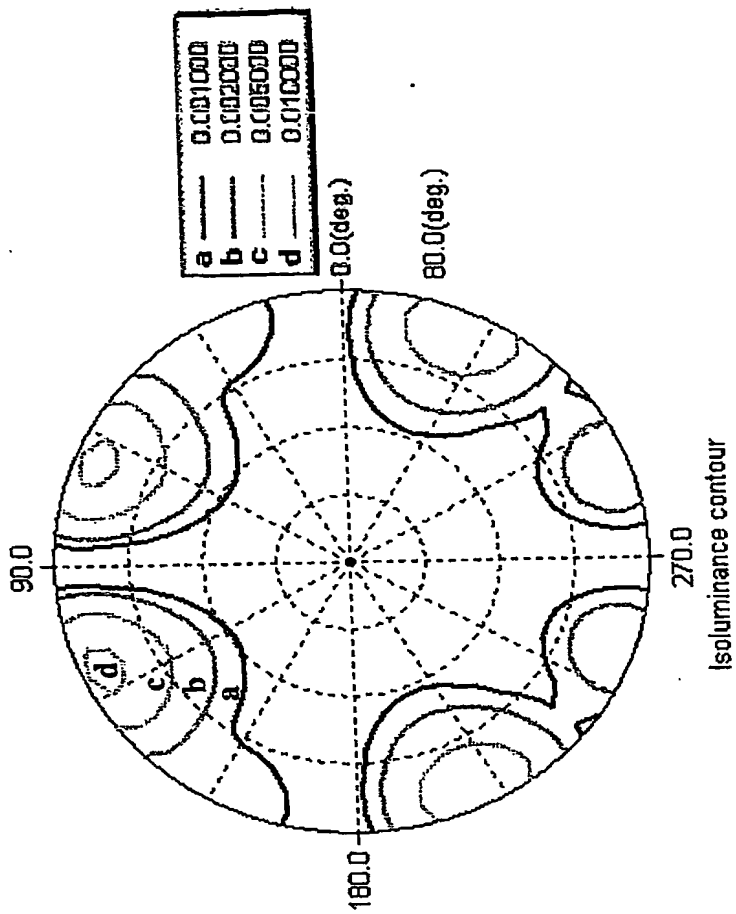
【図 27】



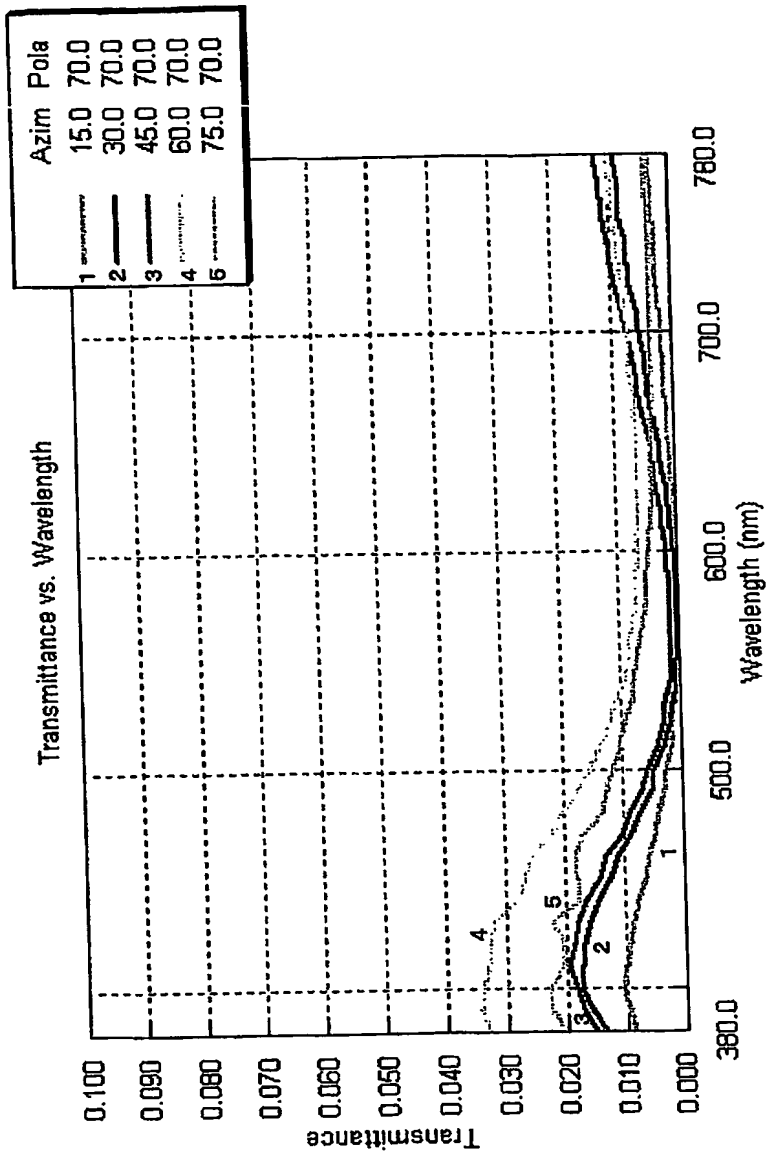
【図 28】



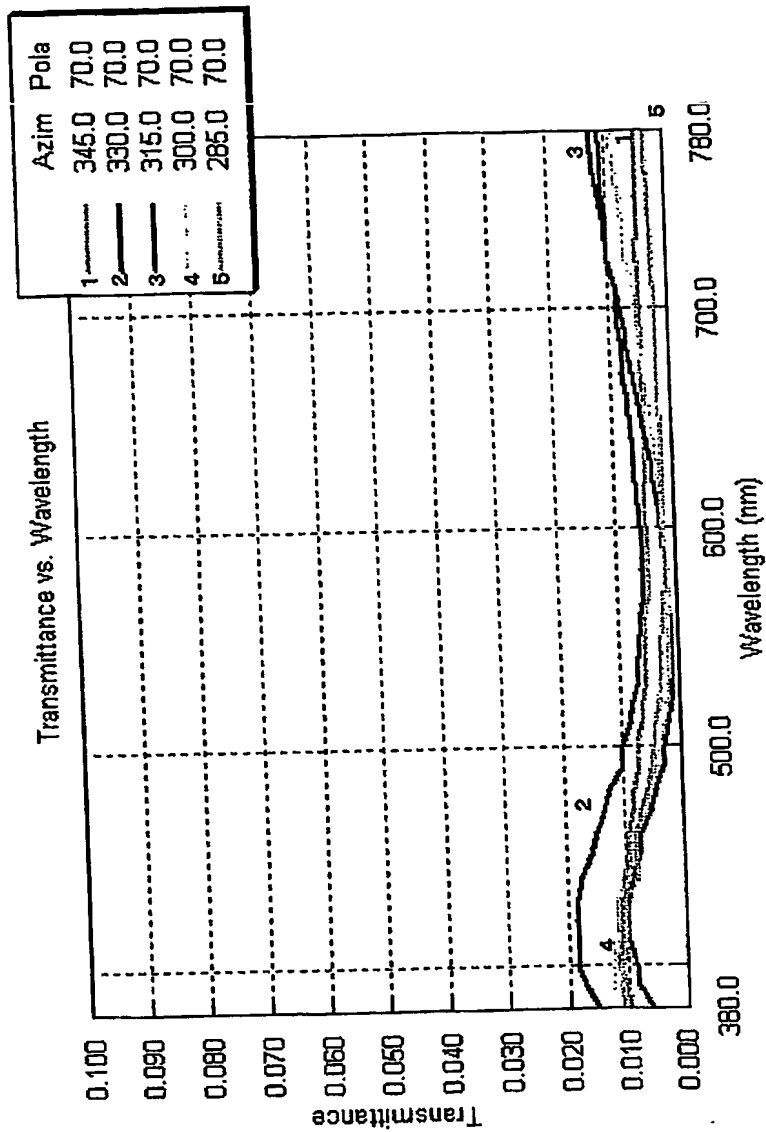
【図 29】



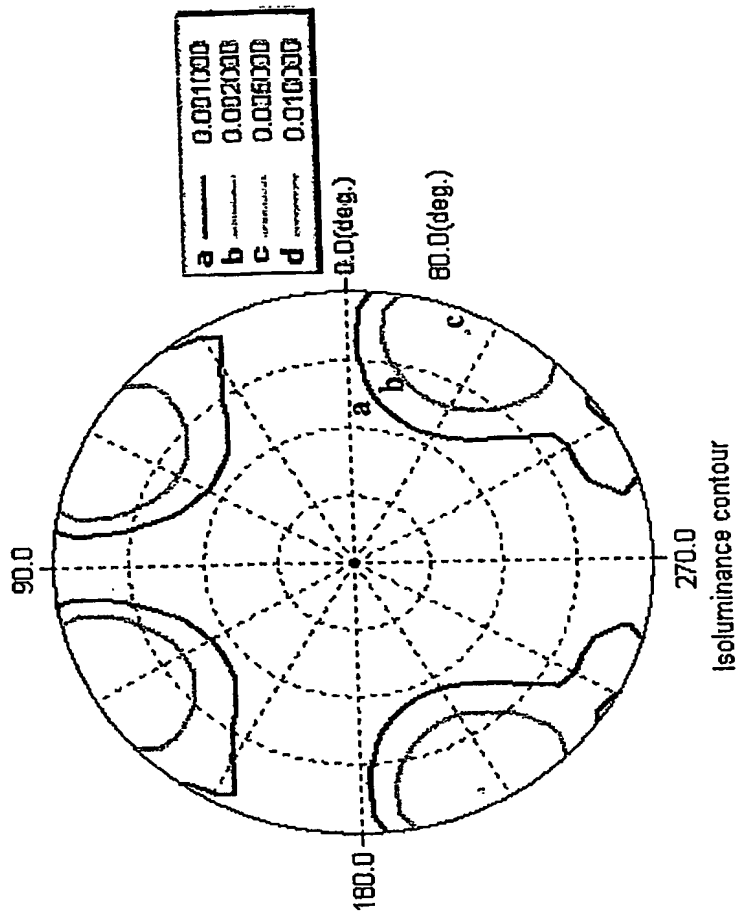
【図 30】



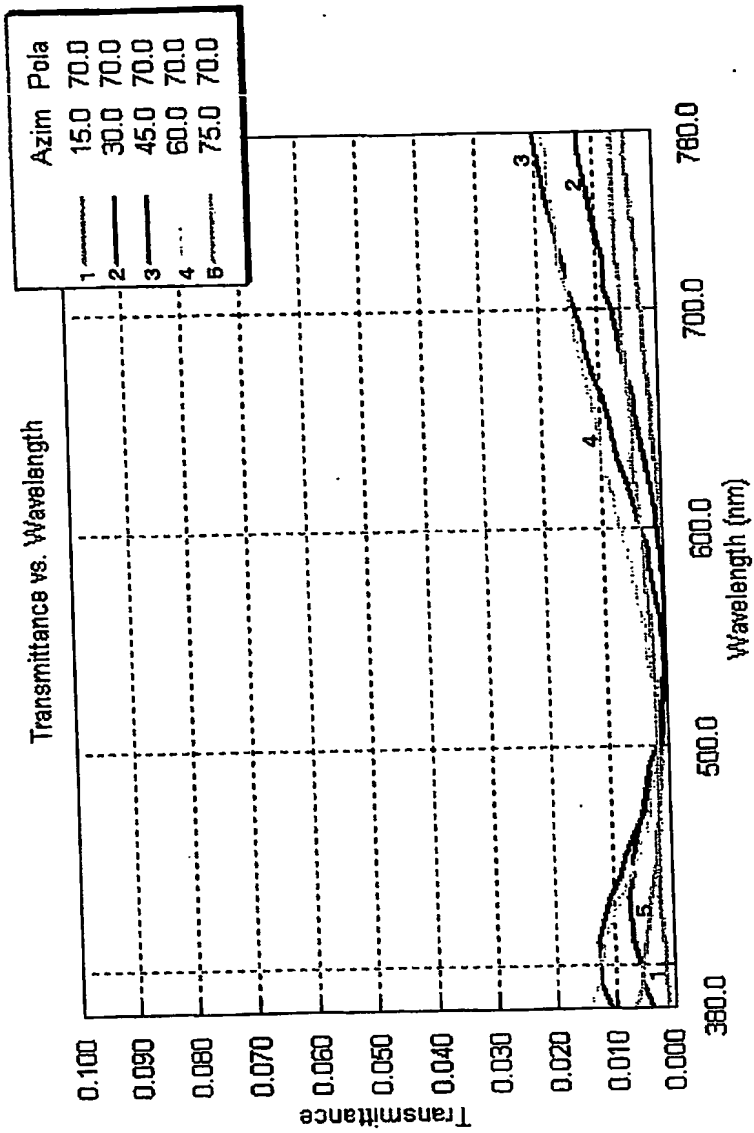
【図 31】



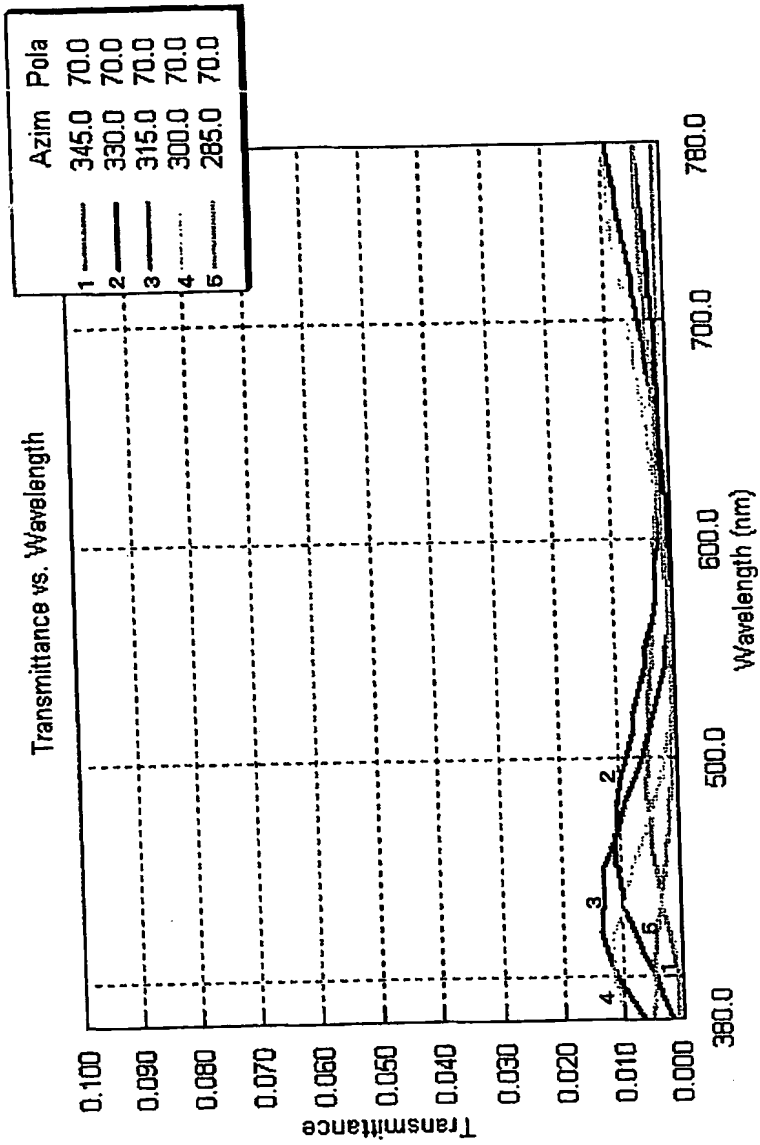
【図 32】



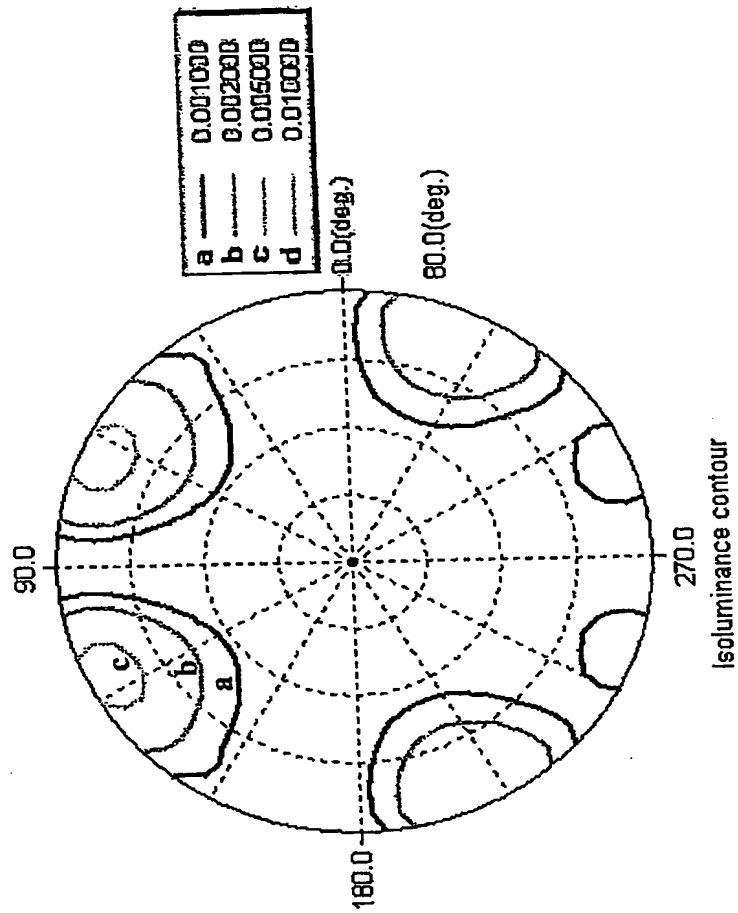
【図 33】



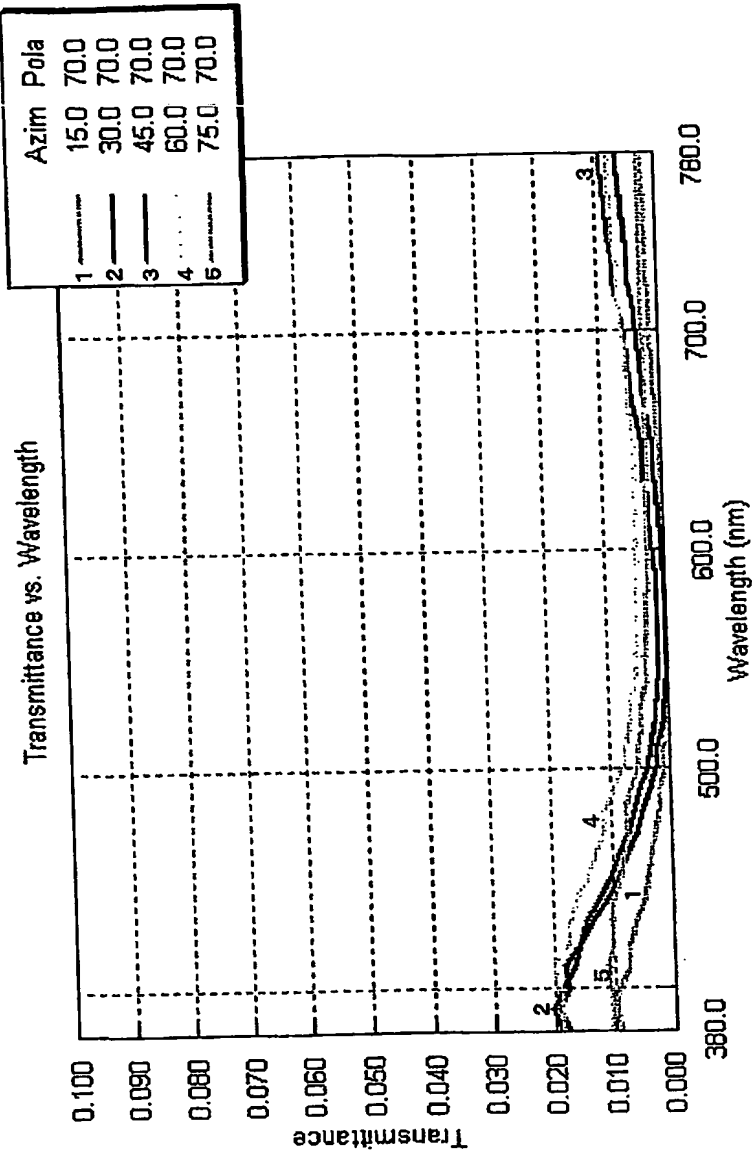
【図 34】



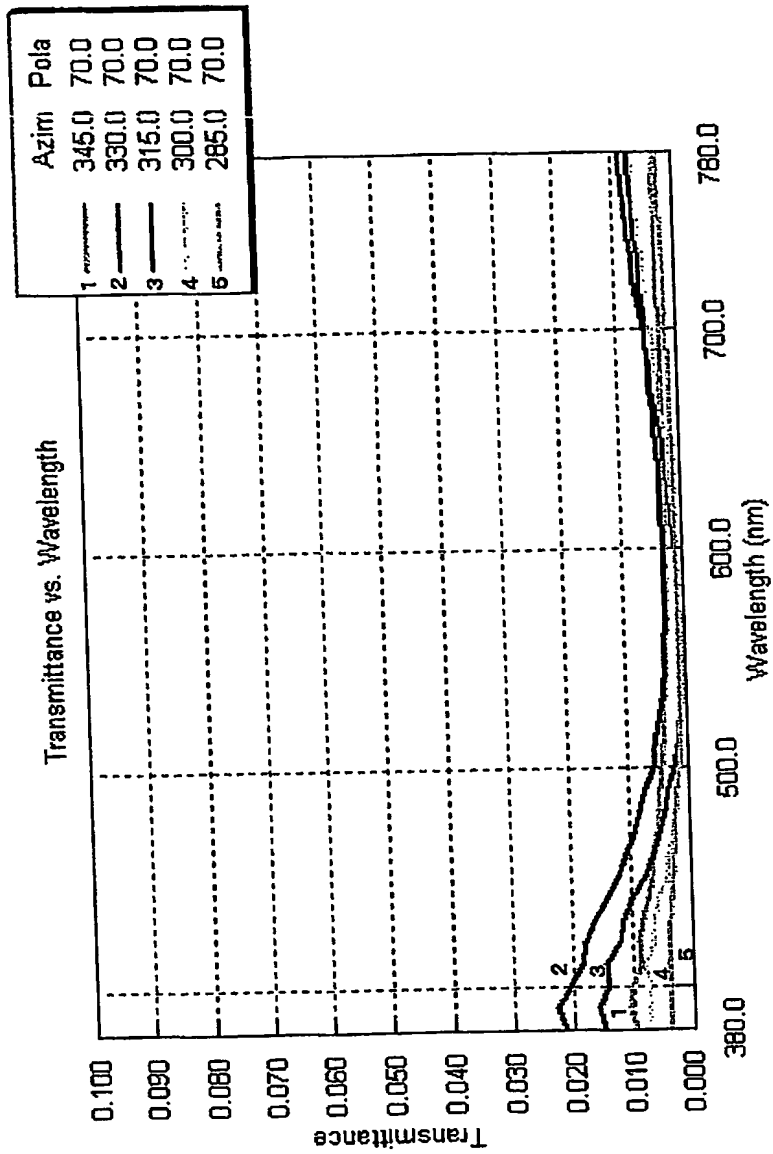
【図 35】



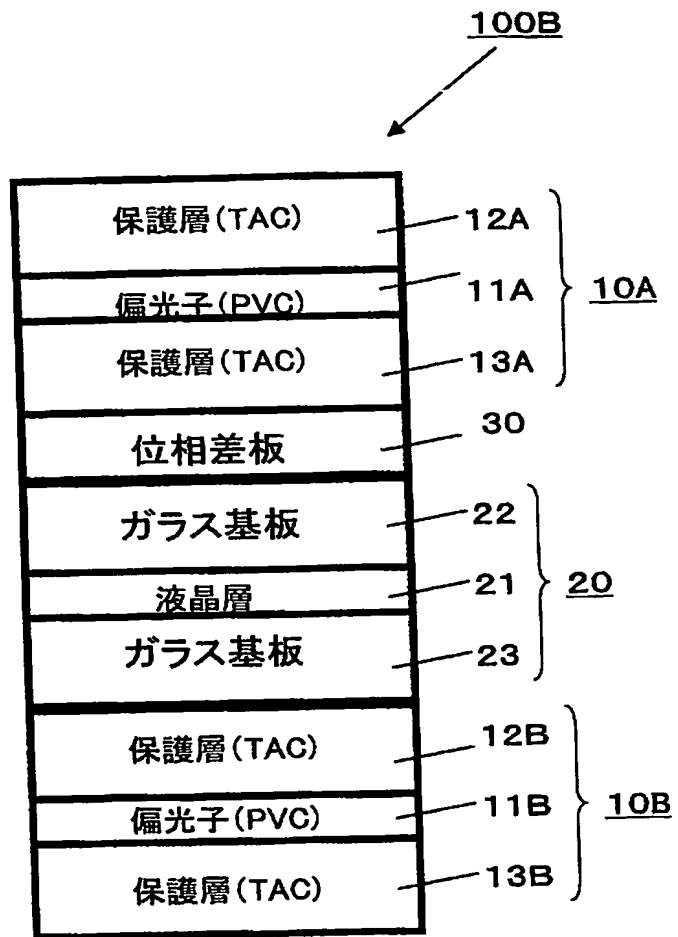
【図 36】



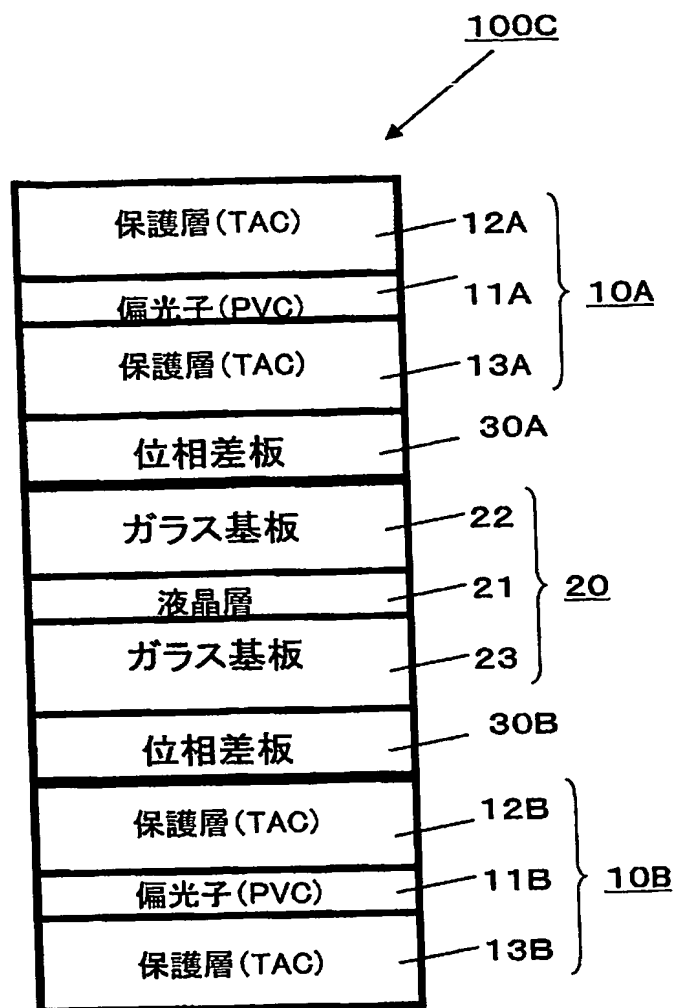
【図 37】



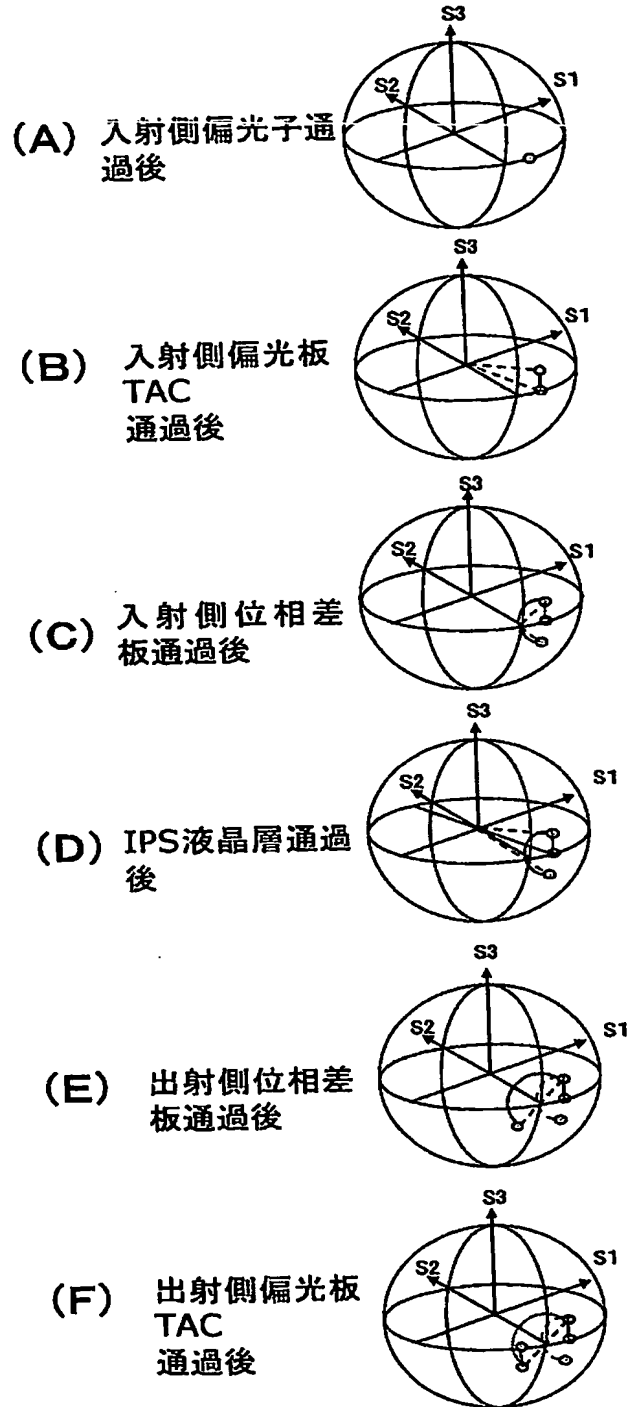
【図 38】



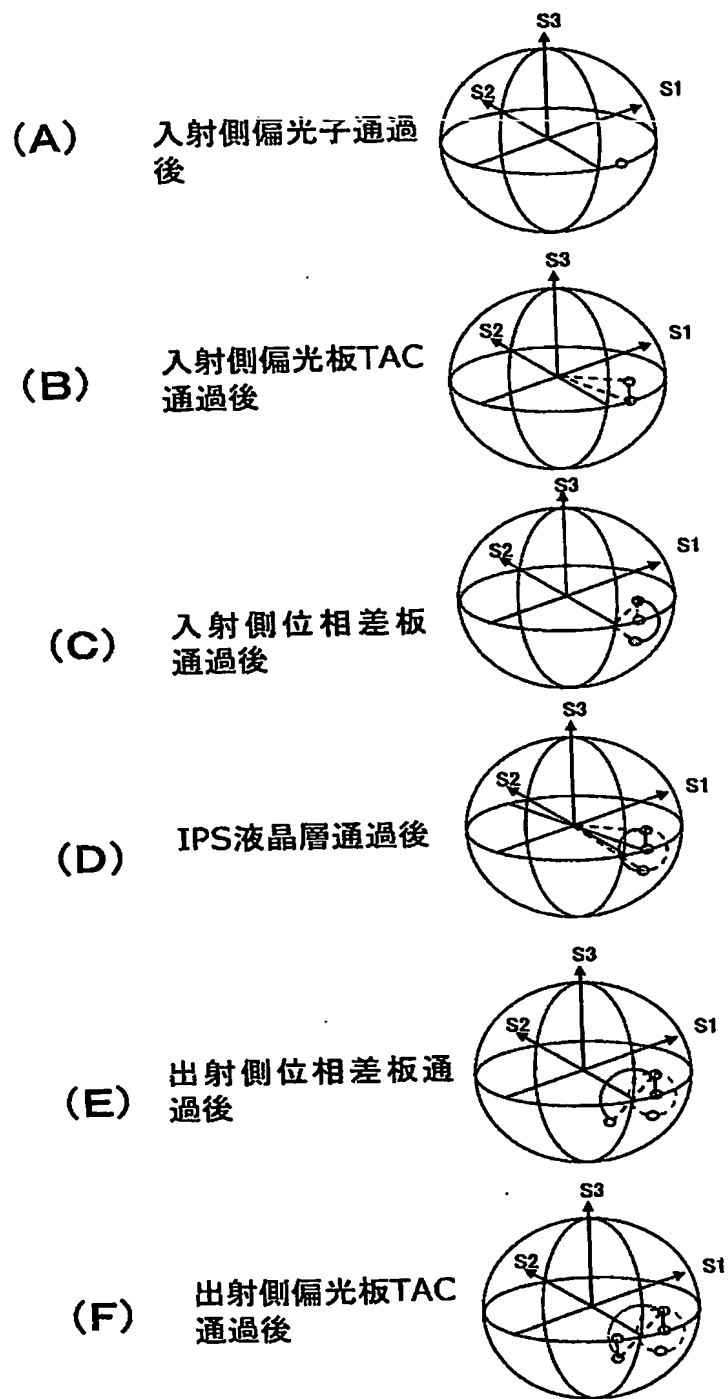
【図 39】



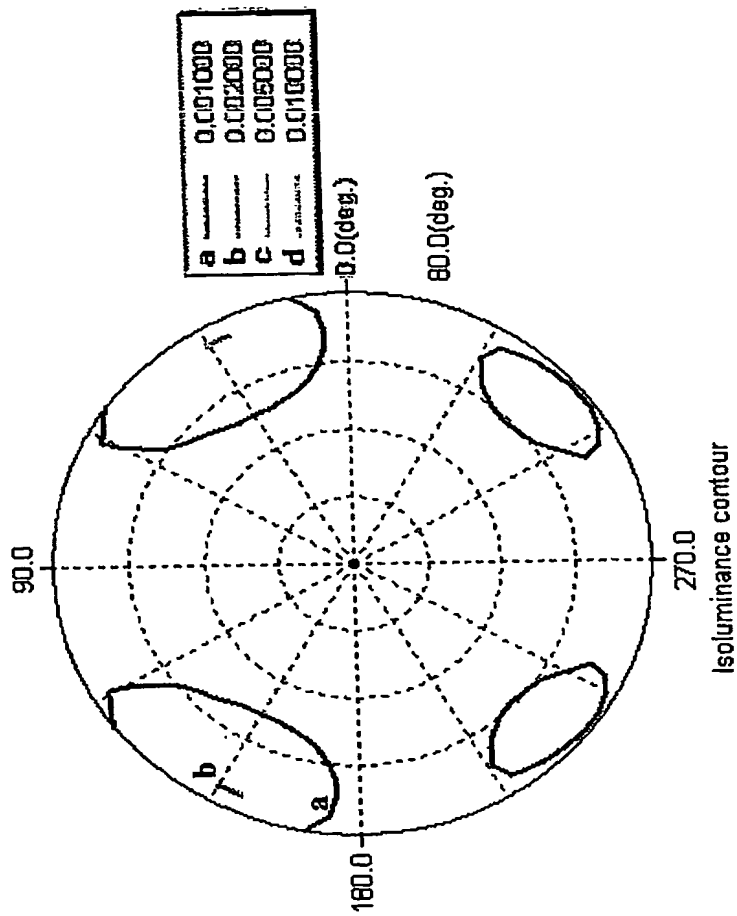
【図 40】



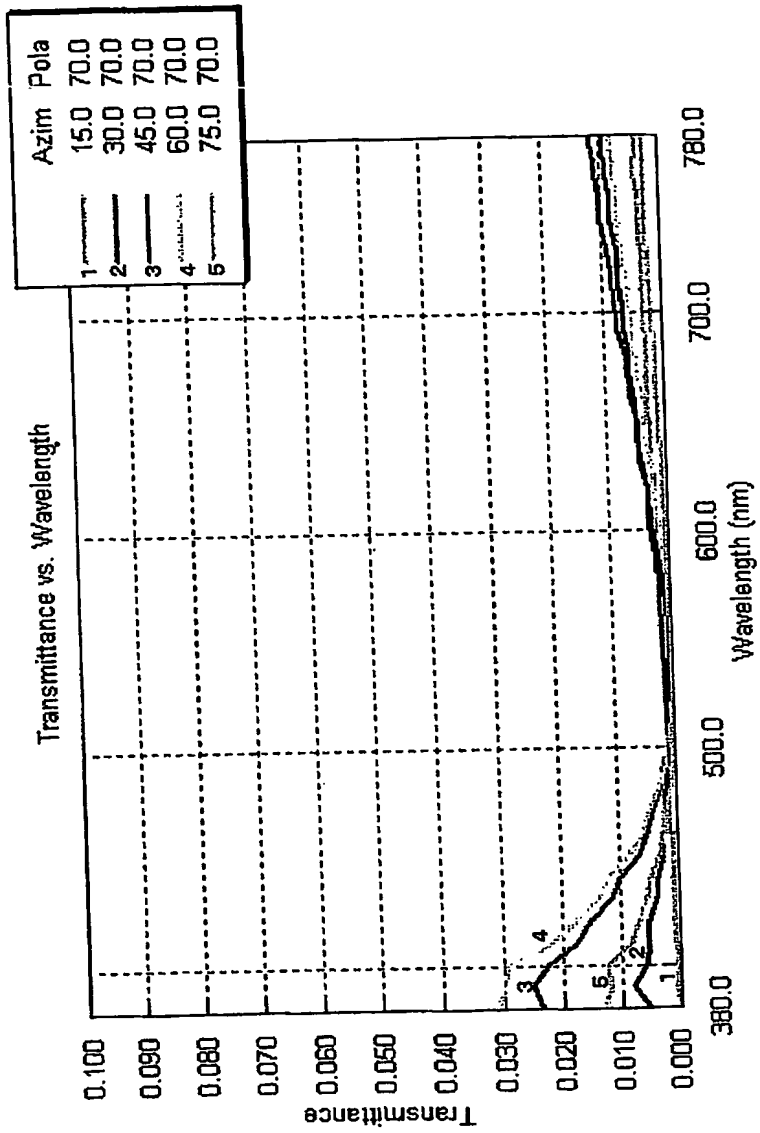
【図 41】



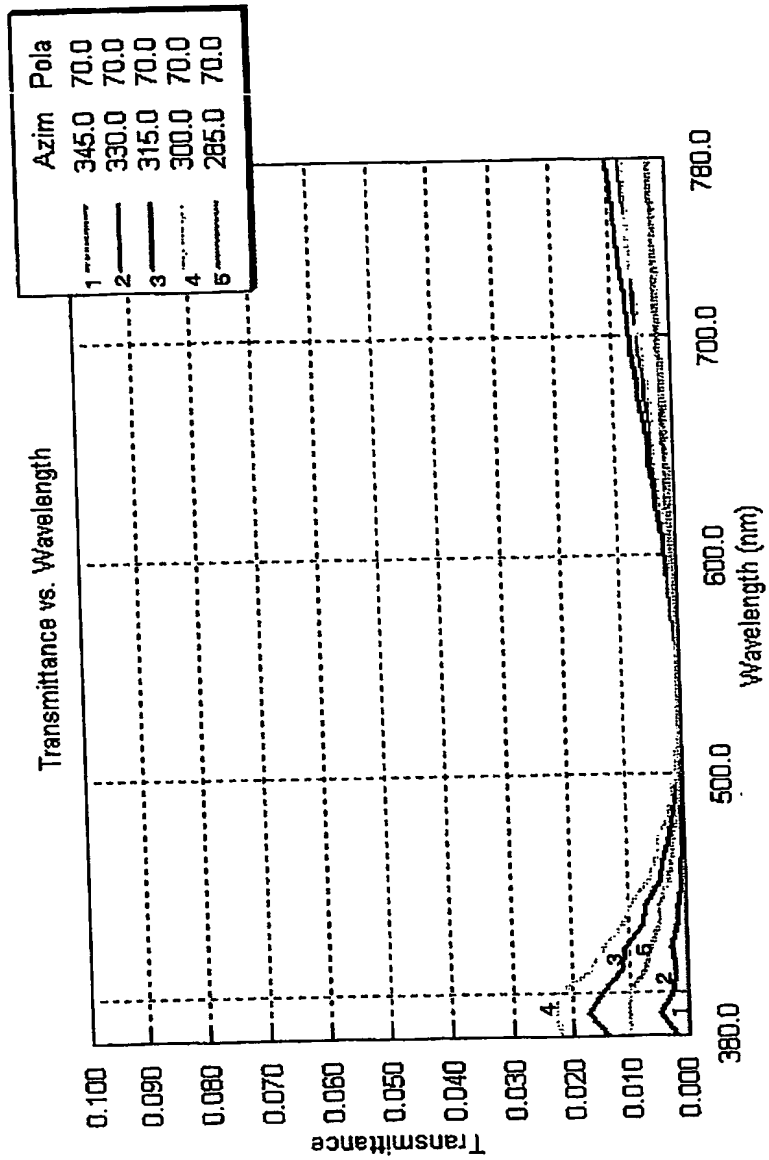
【図 4 2】



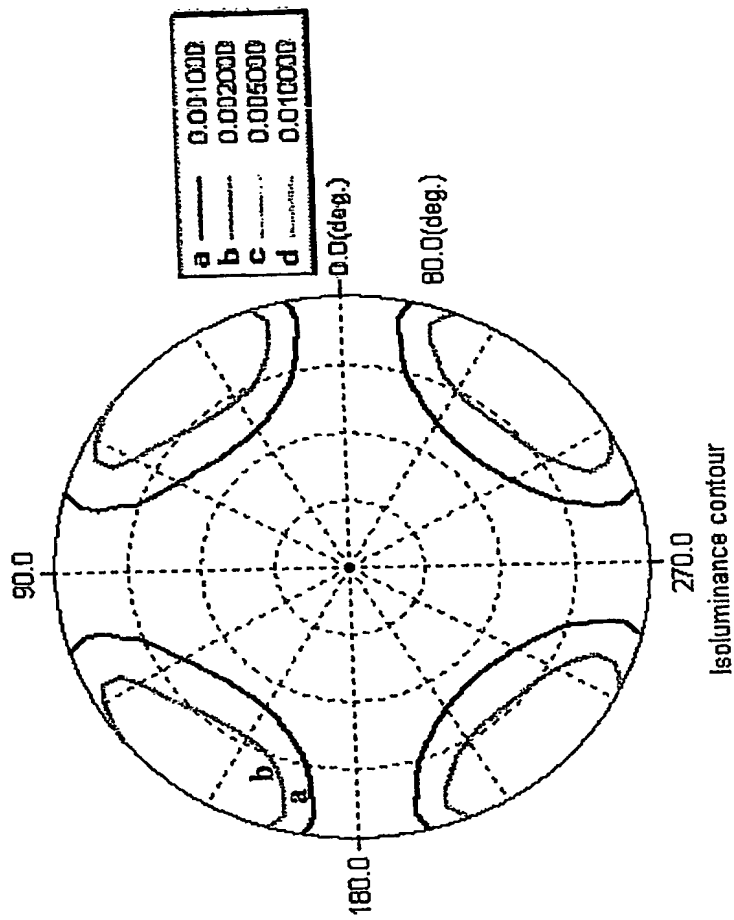
【図 43】



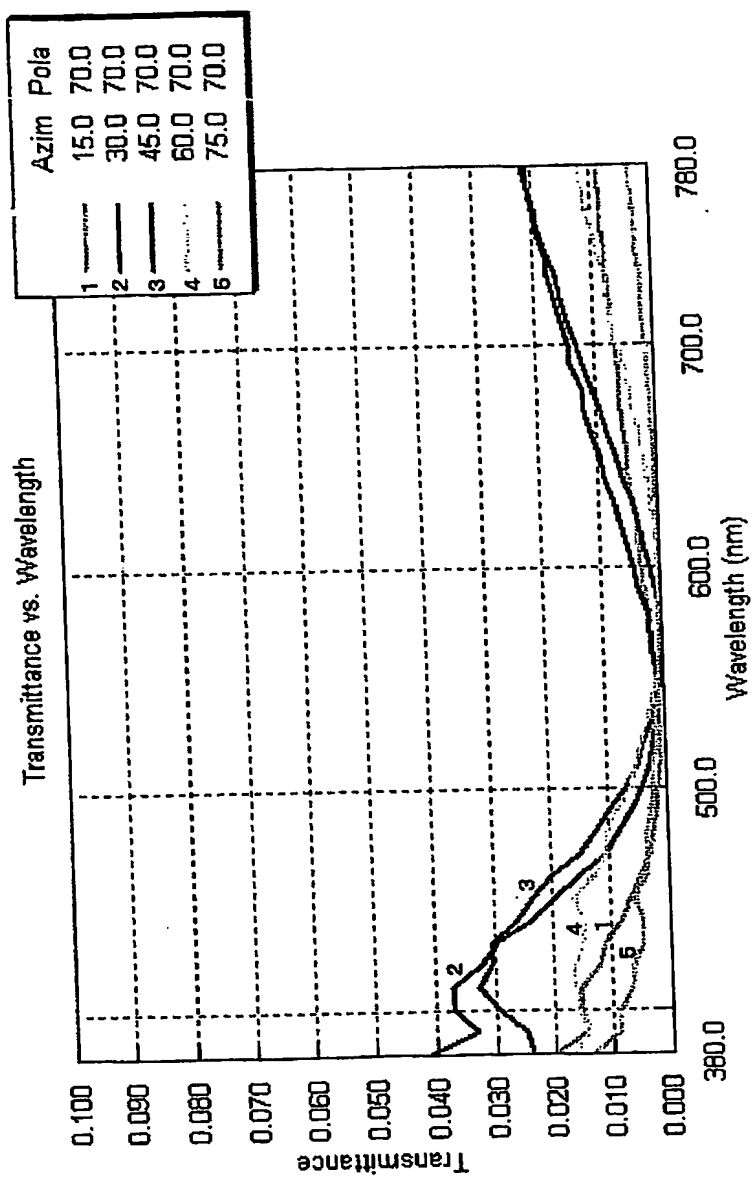
【図 44】



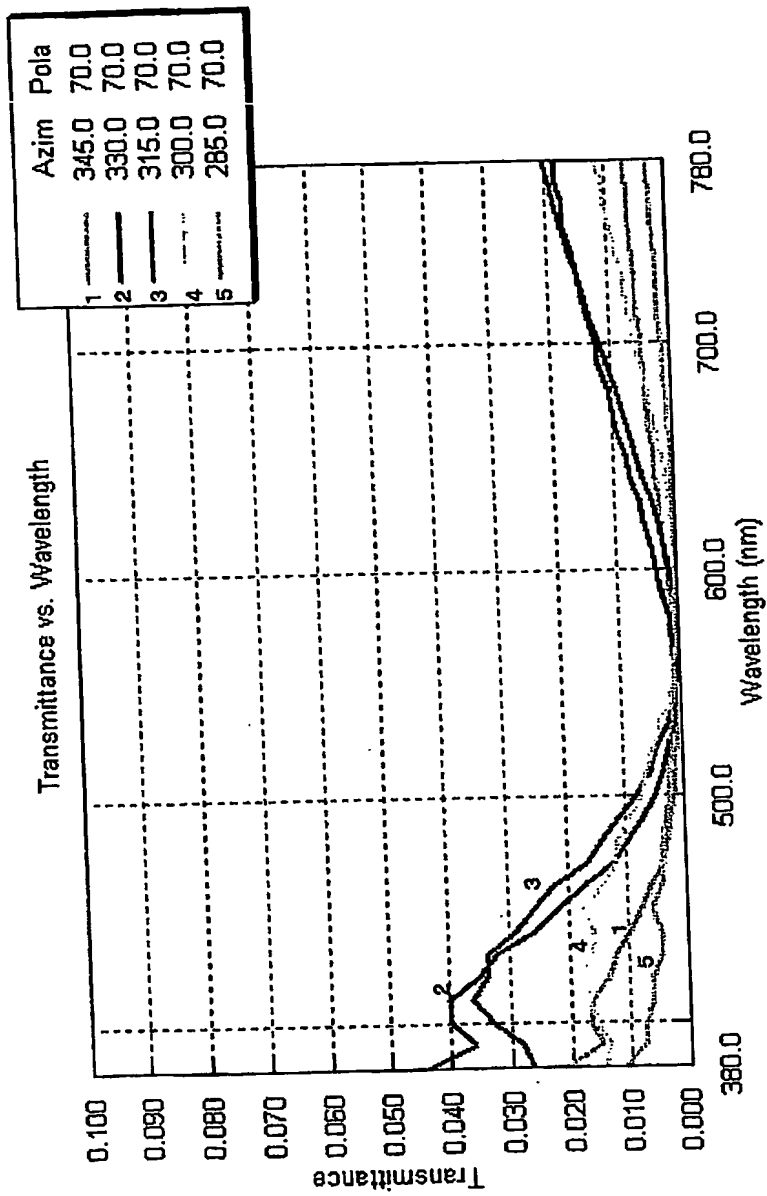
【図 45】



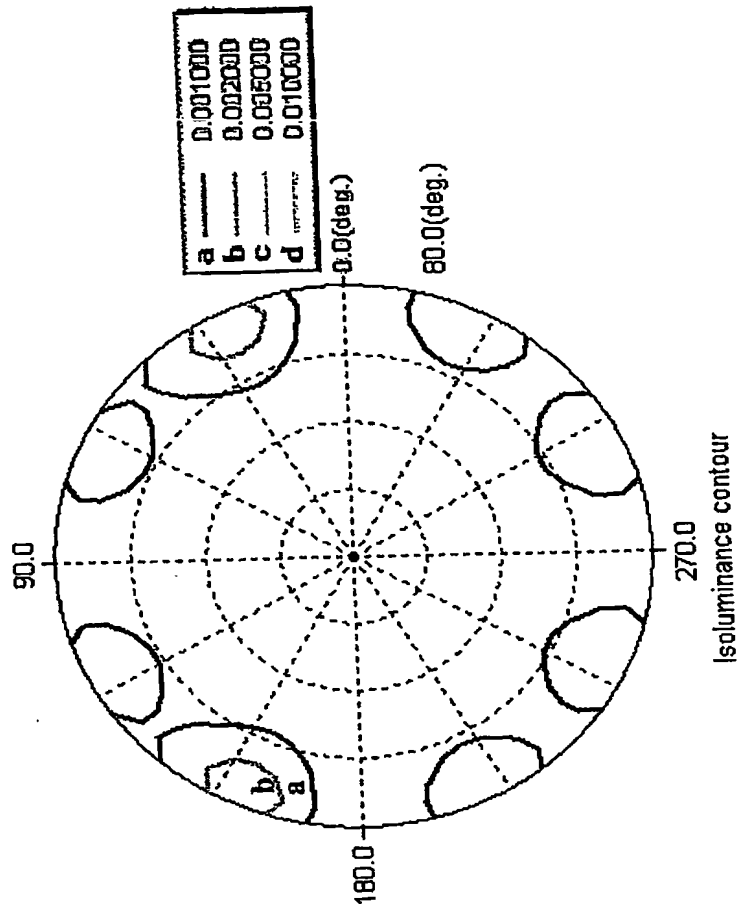
【図 46】



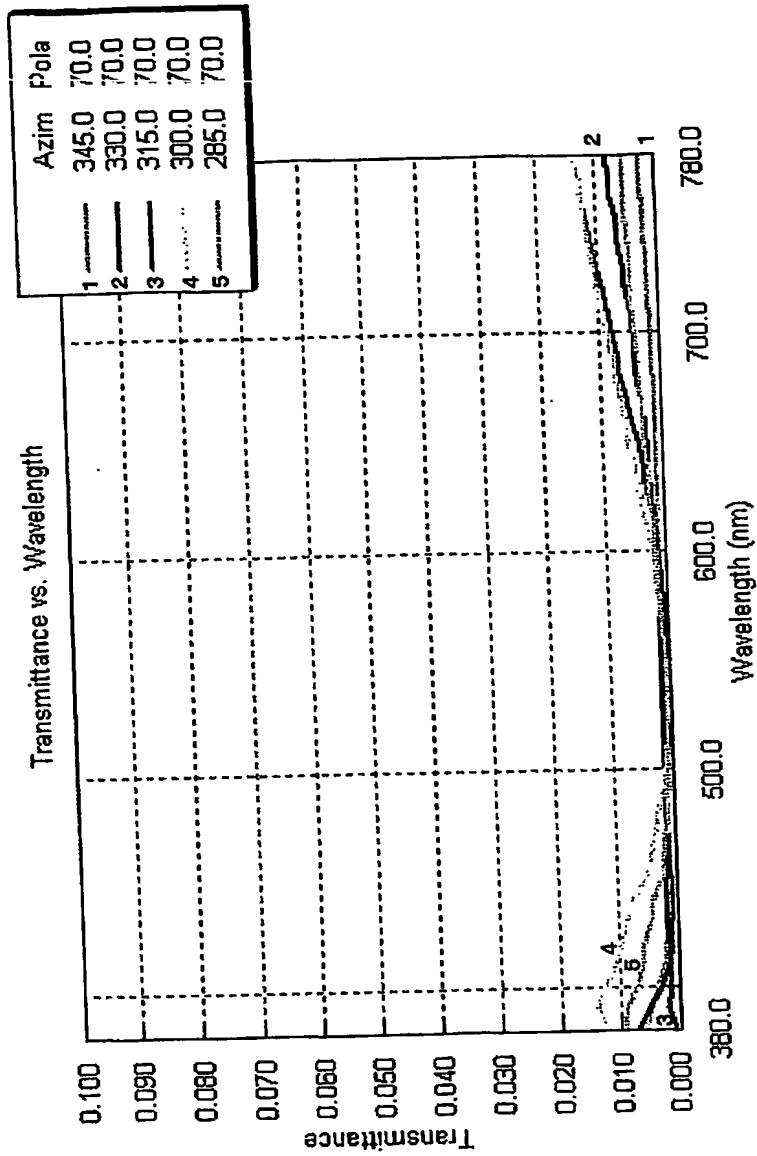
【図 47】



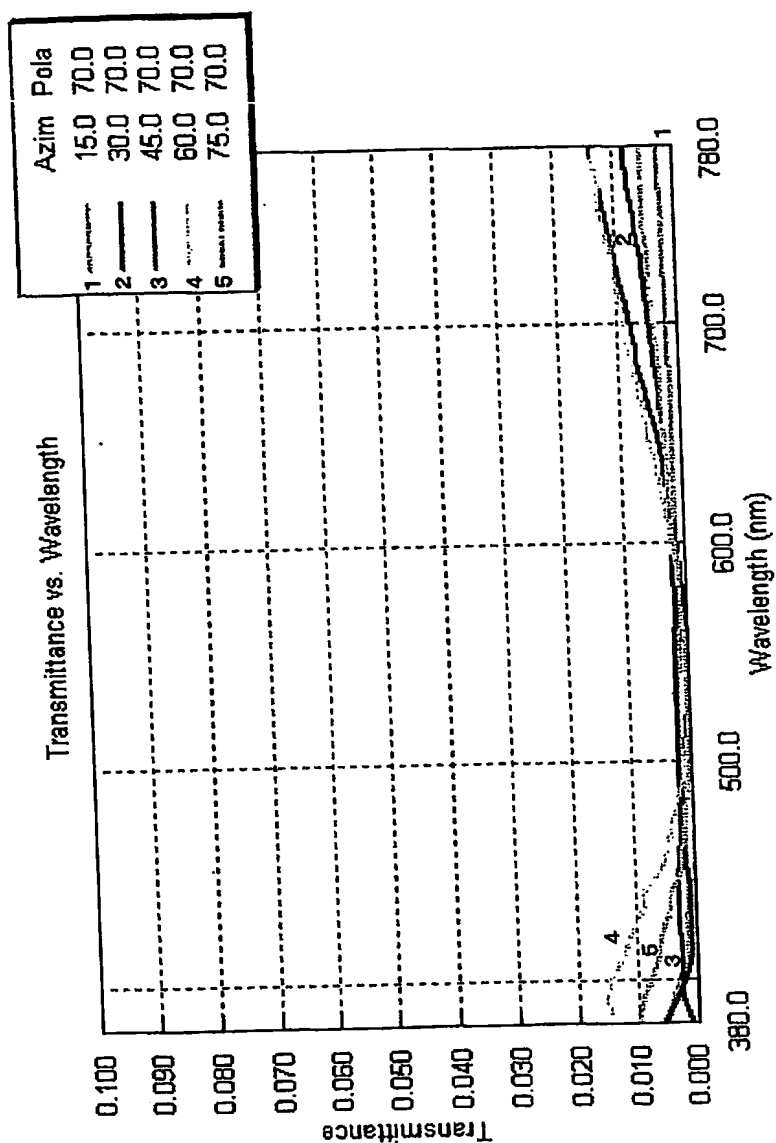
【図 48】



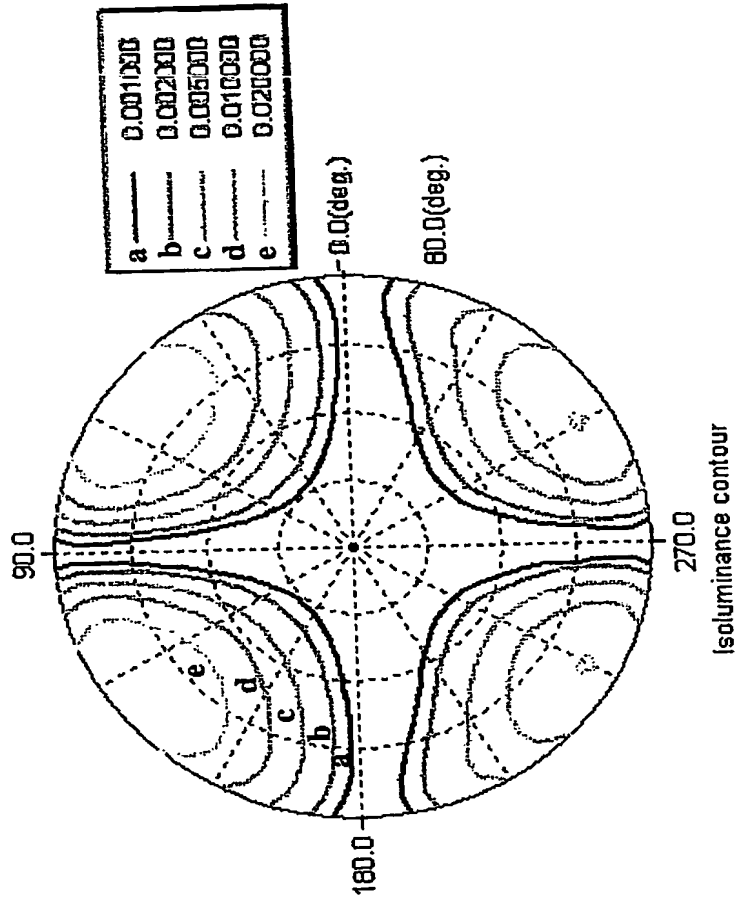
【図 49】



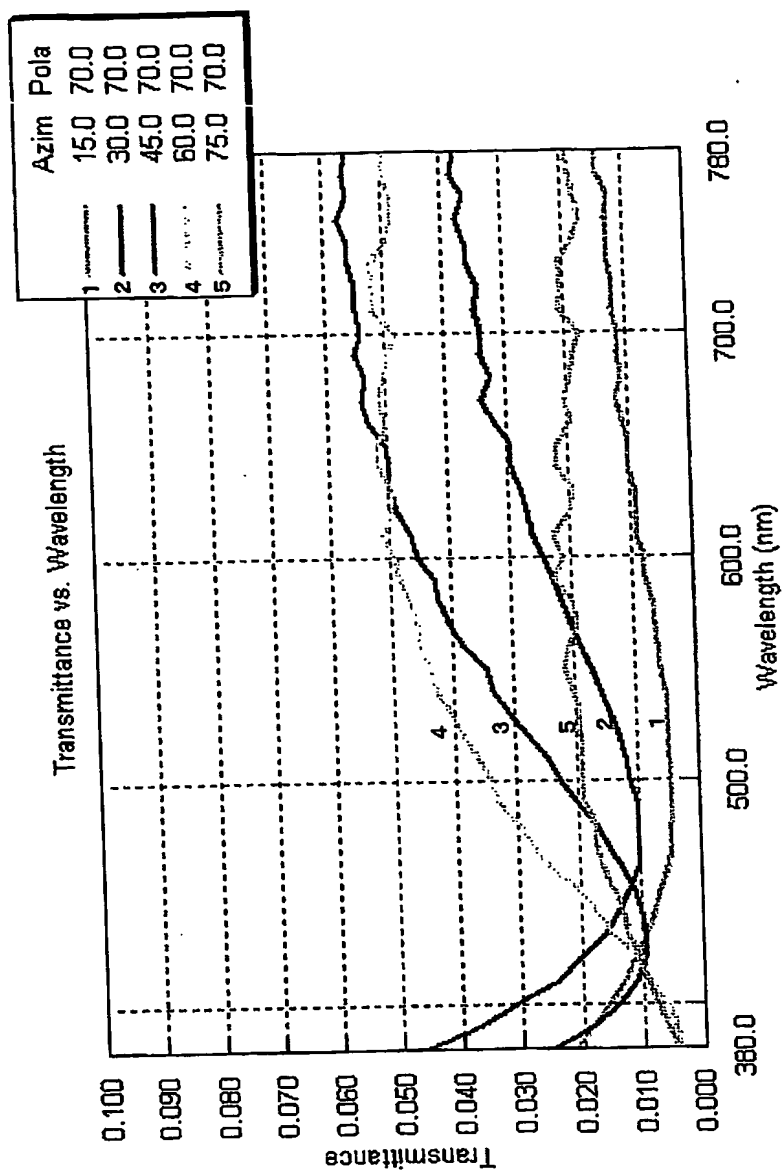
【図 50】



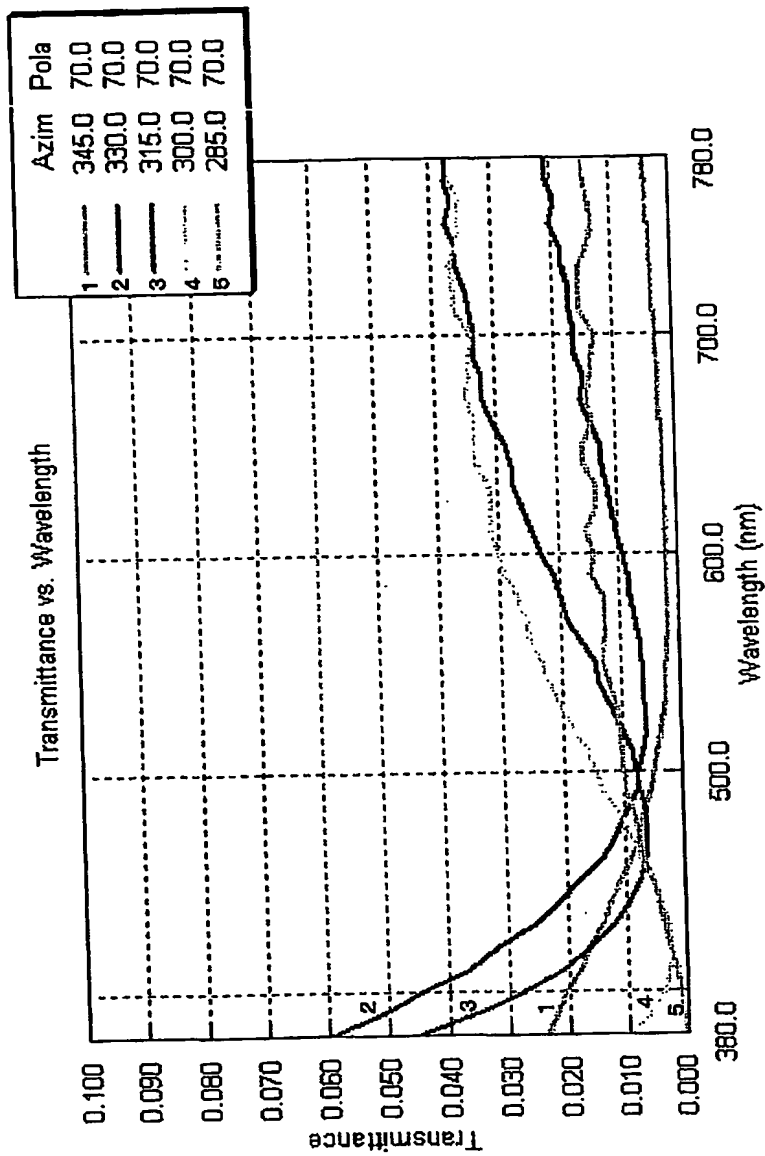
【図 51】



【図 52】



【図 53】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インプレーンスイッチングモードの液晶表示装置において、黒表示における視野角を改善するための光学補償を行う。

【解決手段】 負の位相差を持つ保護層で構成される偏光板 10A、10Bを用いる場合にその負の位相差値に合わせて最適化した位相差板を液晶板 20 と出射側偏光板 10A との間の位置 P1 又は入射側偏光板 10A と液晶板 20 との間の位置 P2 あるいは両方に挿入することにより、45° 方位の黒レベル光抜けを低減する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 9 1 8 5 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
新規登録
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.